Dr. Zofia Jotejko-Rudnicka

Nowe Wieczory Czwartkowe

Opowiadania przyrodnicze
dla młodego wieku
z 63 rysunkami w tekście

WARSZAWA 1903
Nakład GEBETHNERA I WOLFFA
KRAKÓW. — G. GEBETHNER I S-ka

NOWE WIECZORY CZWARTKOWE.

Druk Towarzystwa Akcyjnego S. Orgelbranda Synów.

Dr. Zofia Jotejko-Rudnicka.

Nowe wieczory czwartkowe.

OPOWIADANIA PRZYRODNICZE

dla

młodego wieku.

Z 63 RYSUNKAMI W TEKŚCIE.

Nakład GEBETHNERA i WOLFFA w Warszawie.
Kraków. — G. GEBETHNER i S-ka.

1903.

Дозволено Цензурою.
Варшава, 21 Іюня 1902 года.

Synom moim ADASIOWI

i STASIOWI poświęcam.

Autorka.

WIECZÓR PIERWSZY.

Czem jest powietrze. Ciała i ich skupienia. Otto Guericke. Jan Ray. Lavoisier. Zmiany miedzi, żelaza i rtęci w ogniu.

Głos dzwonka rozległ się wesoło. Dzieci w podskokach pobiegły czemprędzej do przedpokoju na powitanie cioci, gdyż dziś spodziewały się jej przybycia. Ciocia przychodziła do nich co czwartek na pogawędkę. Kochała ona bardzo swych siostrzeńców, nie nużyła się nigdy ich nienasyconemi pytaniami i chętnie opowiadała im o wielu ciekawych bardzo rzeczach. Dzieci, których było troje: najstarszy Adaś, młodszy od niego Staś i mała, dziewięcioletnia Ewunia, kochały ogromnie ciocię, przez cały tydzień oczekiwały z niecierpliwością jej przybycia i nieraz przygotowywały dla niej jakąś niespodziankę.

Dziś właśnie idąc z rana na spacer, znalazły przechodząc przez ulicę podkowę. Była ona jeszcze cała, ale mocno zużyta i zardzewiała.

Adasiowi przyszło na myśl, skąd się wzięła rdza na żelazie? sprzeczał się ze Stasiem, czem jest rdza? czy osiada na żelazie, czy z niego występuje? — aż Ewunia pogodziła ich, mówiąc, że najlepiej będzie zapytać o to ciocię, skoro przyjdzie wieczorem.

Ledwo się ciocia wśród uścisków i wesołych powitań zdołała rozebrać z okrycia ciepłego i przejść do pokoju, gdy Adaś z minką tryumfującą przyniósł znalezioną podkowę, wołając:

— Ciociu, kochana ciociu! znaleźliśmy dziś na spacerze tę podkowę i sprzeczaliśmy się cały ranek ze Stasiem, co ma znaczyć brunatna rdza, co ją pokrywa. Tyleśmy razy widzieli różne żelastwa pordzewiałe, a nigdy nam nie przyszło do głowy pytanie, czem naprawdę jest rdza? Staś powiada, że rdza wychodzi pewno z żelaza, mnie się zdaje, że ona na żelazie osiada. Ale nie wiem, skąd się ona bierze? czem jest i dlaczego osiada na żelazie, a nie osiada naprzykład na drzewie?

Ciocia. Bagatela! tyle pytań na raz! Wcale nie łatwo na nie odpowiedzieć.

Staś. Niech ciocia kochana koniecznie nam o tem opowie!.. Pewien jestem, że mam racyę, a Adaś wciąż się ze mnie śmieje i powiada, że widział połamane kawałki żelaza, ale wewnątrz nich rdza nie siedziała, więc nie może brać się z żelaza. Ja znów mówię, że przecież rdza nie lata po powietrzu, aby usiąść mogła na żelazie, i dlatego myślę, że siedzi ona wewnątrz żelaza.

Ciocia. Obaj macie trochę racyi...

Adaś. Ależ, moja ciociu, czyż to być może? Czyż rdza może być jednocześnie i w żelazie i na zewnątrz niego? Ciocia z pewnością z nas żartuje.

Ewunia. Mnie się także zdaje, że musi być chyba albo tak, jak mówi Staś, albo tak, jak mówi Adaś.

Ciocia. Tak się to zdaje pozornie, i często bardzo ludzie się sprzeczają wówczas, gdy żaden z nich nie ma zupełnej racyi. Prawda jest często po środku. Wytłomaczyłabym wam to wszystko dokładnie, ale musiałabym wpierw wiele, wiele innych rzeczy opowiedzieć, abyście mogli dobrze zrozumieć, czem jest rdza i skąd się bierze.

Adaś. Takbym chciał bardzo o tem się dowiedzieć! Kochana ciociu, opowiedz o tem!

Staś. Będziemy bardzo uważali.

Ewunia. I ja także postaram się zrozumieć wszystko jak najlepiej.

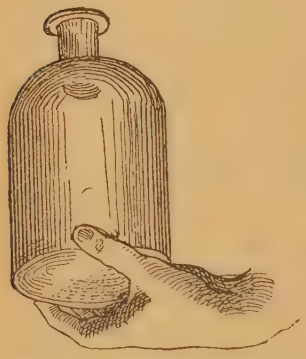
Ciocia. Skoro tak, to owszem. Siadajmy dokoła stołu. Tylko pamiętajcie, dzieci, gdy czego nie zrozumiecie dobrze, wnet pytajcie! Im dalej w las, tem więcej drzew. Gdy jednej rzeczy dobrze nie zrozumiecie, to potem całkiem zbłądzicie, tak jak w lesie.

Ciocia usiadła w wygodnym fotelu, a dokoła niej usadowiły się dzieci. Ewunia usiadła bliziutko, prawie się do niej przytuliła, bo bardzo ciocię kochała i była pieszczotliwą.

— Podaj mi, Stasiu — rzekła ciocia, rozejrzawszy się po pokoju — tę próżną butelkę, co stoi na oknie. Powiedzcie mi proszę, co jest w tej butelce?

— Ależ nic! — zawołały razem dzieci — przecież butelka jest próżna.

Ciocia. Nie jest słusznem, co mówicie. Zaraz się o tem sami przekonacie. Przynieś mi, Stasiu, lejek szklany, przez który mama cedzi nalewkę, a ty, Ewuniu, daj mi trochę łoju. Adasiu, włóż lejek w szyjkę butelki i wszędzie dokoła obsmaruj łojem, tak, żeby nie było najmniejszej szparki między lejkiem a szyjką. Dobrze. Patrzcie, oto nalewam wody z karafki!



Rys. 1. Co jest w tej butelce?

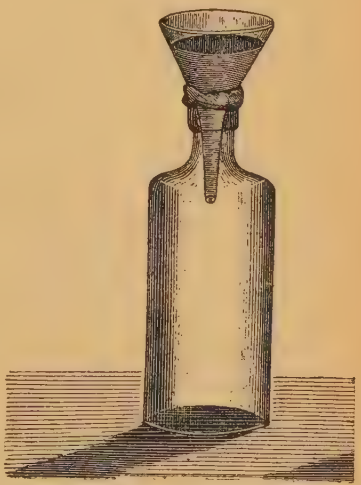
Staś. Coś się stało! woda nie chce wlecieć do butelki.

Ewunia. Mój Boże, prawdziwy cud! Butelka próżna, nic w niej niema, a woda w nią nie wchodzi.

Adaś. Musi być coś w tej butelce, co wody nie puszcza, prawda ciociu? coś, czego nie widać.

Ciocia. Naturalnie! butelkę musi wypełniać coś, czego nie widać. Butelka musi być tem wypełniona, skoro ani kropla wody nie może wpaść wewnątrz niej. Zgadujcie, dzieci, a raczej zastanówcie się, co to jest za ciało?

Staś. Jabym myślał, że może powietrze. Ale ciocia powiedziała *ciało*, więc to nie może być naturalnie powietrze.



Rys. 2. Woda nie chce wlecieć do butelki.

Adaś. Co też ty mówisz, Stasiu! Myślisz może, że powietrze nie jest ciałem? Ja czytałem już o tem, że powietrze jest ciałem.

Ewunia. Jakto ciałem! Takiem, jak moja ręka, proszę cioci?

Ciocia. Nie takiem, Ewuniu, jak twoja ręka, ale jest ciałem,—bo ciałem nazywamy w nauce wszystko, co się znajduje dokoła nas, wszystko, co jest na świecie. Ziemia, na której żyjemy, jest ciałem i ziarnko piasku jest ciałem; ciałem jest woda i mgła, kamienie i powietrze. Tak jest, powietrze, którego nie widzimy, jest także ciałem. Nie

widzimy go, bo jest przejrzyste, ale przekonać się możemy, że jest w tej oto butelce, gdyż nie puszcza w nią wody. Wypełnia więc ono całą butelkę. Unieś, Stasiu, trochę lejek, zrób tak, aby utworzyła się mała szparka między lejkiem a butelką.

Rys. 3. Woda leci w butelkę.

Staś. Och! woda wleciała już w butelkę.

Adaś. Bo powietrze szparką mogło uciec i miejsce swoje zostawiło wodzie.

Ciocia. Nieinaczej. Mogę wam wykazać to w rozmaity sposób. Ot, weź, Ewuniu, choćby ten kieliszek i zanurz go dnem do góry w miednicę z wodą.

Ewunia. Ciociu! woda nie wchodzi wewnątrz kieliszka. Kieliszek wygląda jak pusty, ale wiem teraz, że jest pełen powietrza, którego nie widzimy, bo jest przezroczyste.

Staś. Ach to powietrze! znów nie puszcza wody, takie zawzięte.

Ciocia. Nachyl teraz odrobinę kieliszek. A co, widzieliście jak powietrze wyszło z niego

w postaci pęcherzyka, który uleciał ku górze przez warstwę wody? Teraz zobaczyliście powietrze. Na jego miejsce weszło trochę wody do kieliszka. Nachyl znów nieco kieliszek. Ot, i znów powietrze uchodzi z niego — pęcherzyki te lecą do góry, a wewnątrz kieliszka napływa coraz więcej wody. Patrzcie, ostatnia bańka powietrzna uleciała! teraz cały kieliszek wypełnił się wodą.

Ewunia. Jakież śliczne były te pęcherzyki powietrza! Tak się lśniły, tak się pięknie srebrzyły i pękały na powierzchni wody.

Staś. Przynajmniej teraz zobaczyliśmy powietrze na własne oczy. A to zabawne! nigdym się nie spodziewał, że kiedyś złapiemy powietrze na gorącym uczynku, jak sobie bulkami ucieka, a na swoje miejsce puszcza wodę.

Adaś. Ciekawsza rzecz, czy powietrze dałoby się naprawdę złapać. Wiem teraz, że można je zobaczyć,—ale złapać? jakby to taką bańkę powietrzną uchwycić, przetrzymać! ech! to chyba niemożebne.

Ciocia. Bynajmniej. Jeśli chcecie, to zaraz nałapiemy powietrza w tę choćby oto szklankę pełną wody.

Adaś. Oj chcemy, bardzo chcemy!

Staś. Jak to zrobić, moja ciociu?

Ciocia. Weźcie dwie szklanki. Jedną próżną, drugą pełną wody. Próżna jest jednak pełna powietrza—o czem już wiecie,—weź ją, Ewu-

niu, i potrzymaj zanurzoną dnem do góry w miednicy, tak, jakeś przed chwilą robiła z kieliszkiem. Ty zaś, Stasiu, albo lepiej ty, Adasiu, bo masz większą rękę, napełnij tę drugą szklankę po brzegi wodą. Zrób to najlepiej nad miednicą. Dobrze, przelewa się po brzegi. Teraz zatknij szczelnie ręką, tak, żeby nic powietrza wewnątrz niej nie weszło, odwróć dnem do góry nad miednicą, zanurz ją w wodę i potrzymaj obok pustej szklanki. Doskonale! dwie szklanki stoją dnem do góry obok siebie zanurzone w wodzie. Pomyślcie, dzieci, co tu zrobić, aby powietrze wyszło ze szklanki, którą trzyma Ewunia, a weszło do tej, którą trzyma Adaś?

Staś. Jeżeli Ewunia przechyli szklankę, jak poprzednio kieliszek, wówczas powietrze zacznie z niej wychodzić bańkami. Ale prawda! tak nie może być, bo jeśli Ewunia przechyli szklankę w tę stronę, na zewnątrz, to powietrze z niej ucieknie, jak przedtem, a jeśli ją przechyli w stronę tej drugiej szklanki, którą trzyma Adaś, to powietrze... to powietrze nie będzie miało gdzie się podziać, bo szklanka jest pełna wody.

Ciocia. Spróbujmy a zobaczymy. Najlepiej przekonać się na własne oczy, czy jest tak lub inaczej, czyli zrobić doświadczenie. Przechylno, Ewuniu, szklankę w stronę szklanki Adasia.

Ewunia. Ach, jaka wielka bańka powietrzna wyszła z mojej szklanki i przeszła do tamtej!

Adaś. Ewuniu, przechylno znowu! Naprawdę, że to dziwne! Ewuniu, przechyl raz jeszcze.

Staś. No, no, no! w szklance Ewuni na miejsce powietrza, co wyszło, weszła woda z miski! W szklance Adasia coś się dziwnego zrobiło, bo jest w niej także i woda i powietrze.

Ciocia. Otóż widzicie, powietrze, które wyszło bańkami ze szklanki Ewuni, poleciało sobie jak poprzednio ku górze, bo jest lekkie, lżejsze od wody; przeleciało ono aż pod samo dno szklanki Adasia, a ponieważ jest ciałem i musi zajmować pewne miejsce, więc wypchnęło trochę wody ze szklanki do miski i zajęło jej miejsce. Drugi pęcherzyk uczynił tak samo, tak samo postąpił trzeci, czwarty, piąty, — a jeśli Ewunia dobrze nachyli szklankę, to wszystko powietrze wyjdzie z niej i przejdzie do szklanki Adasia.

Adaś. Teraz szklanka moja jest pełna powietrza.

Ewunia. A moja pełna wody.

Staś. Więc powietrze z jednej szklanki przeszło sobie bulkami do drugiej. Tam, gdzie było powietrze, weszła woda, a tam, gdzie była woda, weszło powietrze.

Adaś. Czyli nałapaliśmy sobie pełną szklankę bulek powietrznych. Ale, moja ciociu, możnaby chyba nałapać powietrza nie koniecznie w szklankę,— ot w butelkę choćby albo w inne jakie naczynie.

Ciocia. Naturalnie! możecie sobie zrobić to

sami. Napełnijcie jedną butelkę wodą, wstawcie ją dnem do góry w miskę z wodą, drugą, pełną powietrza, wstawcie obok tamtej. Jeśli ją przechylicie, to zobaczycie, jak powietrze srebrzystymi pęcherzykami wyfruwać będzie i wypełni pierwszą butelkę, wypychając z niej stopniowo wodę. Doświadczenia takie jeszcze ładniej wyglądają, skoro wodę zafarbujemy, np. karminem, gdyż wówczas wszystko wyraźniej widać. Trzeba wodę zafarbować w misce i z niej nabrać w szklankę, kieliszek lub butelkę. Zobaczyliście więc na własne oczy, że można powietrze przelewać z jednego naczynia w drugie — ale musimy zrobić mu miejsce, inaczej się nie pomieści. Jest więc ono ciałem, gdyż wszystkie ciała zajmują miejsce; dwóch ciał nie pomieścisz na jednem miejscu, jedno musi miejsca ustępować drugiemu.

Staś. Powietrze ustąpiło miejsca wodzie w szklance Ewuni, a woda powietrzu w szklance Adasia. Dziwne to jednak, doprawdy, aby powietrze i wodę nazywać ciałami, kiedy one takie odrębne.

Ciocia. Odróżniamy je od siebie: powietrze zaliczamy do ciał lotnych, a wodę do ciekłych. Są jeszcze i ciała stałe. *Ciała stałe*, takie jak lód, żelazo, marmur, krzemień, są prawie zawsze twarde i zachowują właściwy sobie kształt. Można je rąbać, łamać, rozdzielać na części, a części ich będą miały takie same własności, jak całość:

najmniejszy kawałeczek cukru jest słodki, najdrobniejsza okruszyna soli słoną. Zajmują one zawsze pewne oznaczone miejsce; i tak, tam gdzie leży lód, nie położysz żelaza, w solniczkę pełną soli nie włożysz cukru. Jedno musi ustępować miejsce drugiemu *Ciała ciekłe*, takie jak woda, mleko, ocet, piwo, nie mają właściwego sobie kształtu. Kształt ich zależy od naczynia, w którem je zamkniemy: tę samą ilość wody mogę wlać do miski, lub do butelki, albo do karafki, a kształt jej za każdym razem będzie inny. Spróbujmy przelać wodę z kwartowego naczynia do małej buteleczki. Woda wleci naturalnie do buteleczki, ale *nie znajdzie dość dla siebie miejsca* i przeleje się przez brzegi. A zatem i ciała ciekłe zajmują pewne oznaczone miejsce, a jeśli nie są ujęte w dość obszerne naczynia, to się przelewają, czyli wyciekają. Powietrze jest również ciałem; widzieliśmy, że i ono zajmuje oznaczone miejsce: gdy zmuszamy je, aby pomieściło się w szklance z wodą, to wypycha ono wodę ze szklanki, a gdy wypełnia butelkę, to wody w nią nie puszcza, chyba, że zrobimy mu małą dziurkę, którą może uciec. Ale nie lubi być ono uwięzione, korzysta z każdej szparki, aby wyfrunąć na swobodę. Dlatego to zowią je ciałem lotnem. Nie ma ono żadnego kształtu właściwego sobie, można je zebrać tak, jak wodę, w każde naczynie; woda jednak nie ucieka z naczynia otwartego, w którem się dobrze mieści,

powietrze zaś oraz wszystkie ciała lotne dążą do tego, aby się jak najszerzej rozprzestrzenić; to też jeśli chcemy zachować je w jakiemś naczyniu, to naczynie musimy dobrze zakorkować, bo inaczej ciało nasze wyleci. Jeśli odkręcimy kran od gazu oświetlającego, to zapach gazu rozejdzie się po całem mieszkaniu, dając tem dowód, że gaz rozprzestrzenił się po wszystkich pokojach. Jeśli wodę gotujemy w garnku, to para uchodzi z niej bezustannie, rozpraszając się na wsze strony: para jest właśnie ciałem lotnem czyli gazem.

Staś. Czyż to może być, aby para była ciałem lotnem a woda ciekłem? Tatuś mówił nam kiedyś, że para jest wodą.

Ciocia. Nieinaczej. Ale w innym *stanie skupienia.* Nawet lód jest także wodą. Ale lód jest wodą w postaci stałej, woda zwykła, którą pijemy — w postaci ciekłej, a para jest wodą w postaci lotnej. Jeśli chcecie dobrze to zrozumieć, to posłuchajcie, co uczeni o tem opowiadają. Twierdzą oni, że wszystkie ciała, jakie są na świecie, składają się z malutkich cząsteczek, jeszcze mniejszych od ziarn piasku, od okruszyn cukru, od pyłków. Otóż cząsteczki te są raz bardziej do siebie zbliżone, bardziej ze sobą skupione, to znów się rozsuwają. Siłę, która je utrzymuje razem, zowiemy *spójnością;* działa ona z rozmaitą mocą, raz silniej, kiedyindziej słabiej, i stąd pochodzą trzy stany skupienia, czyli trzy postaci, w których ciała występują: stan skupie-

nia stały, ciekły i lotny. W zwykłej wodzie cząsteczki dość luźno trzymają się ze sobą i dlatego wodę można przelewać, puszczać kroplami, rozbryzgiwać. Skoro wodę oziębimy, wówczas cząsteczki mocniej się zczepią i powstanie lód, ciało stałe Jeśli przeciwnie będziemy ją ogrzewali, wówczas cząsteczki coraz bardziej będą się rozluźniały, aż wreszcie woda zacznie wrzeć, zamieniać się gwałtownie w parę, w której cząsteczki odskakują od siebie i rozpraszają na wsze strony. To samo więc ciało może przyjmować trzy stany skupienia czyli przedstawiać się nam raz jako ciało twarde i stałe, to znów jako ciecz przelewająca się, lub jako lotny gaz, rozpraszający się szybko dokoła. Zależy to od ciepła.

Adaś. Proszę cioci, czy tylko jedna woda może się nam przedstawiać tak rozmaicie? Chyba i inne ciecze, np. mleko, można zamrozić, a jak się gotuje, to wychodzi z niego para.

Ciocia. Masz racyę — ale nietylko ciecze możemy gotować i zamieniać w parę, gdyż najtwardsze ciała, np. żelazo i inne metale mogą być przez silne ogrzanie doprowadzone do tego, że stają się ciekłemi jak woda, gotują się i zamieniają w parę.

Staś. Cobym ja dał za to, żeby zobaczyć taką parę żelazną! Ale ona musi chyba strasznie parzyć! Czy gorętsza jest, proszę cioci, od zwykłej pary, co wychodzi z imbryka, gdy się woda

w nim gotuje, a nad którą niepodobna ręki utrzymać?

Ciocia. Daleko gorętsza! Na tym ogniu, co się woda gotuje, można spokojnie położyć kawałek żelaza, choćby tę podkowę, lub duszę od żelazka, a w niczem się nie zmieni, tylko się rozgrzeje. W żelazie cząsteczki są strasznie mocno ze sobą zczepione i trzeba bardzo silnego gorąca, aby się cokolwiek rozsunęły, aby żelazo zmiękło. Trzeba więc ognia bardzo mocnego, aby żelazo stopić, doprowadzić do wrzenia i zamienić w parę. A są inne metale daleko jeszcze oporniejsze, to jest trudniej topliwe od żelaza: taką jest platyna.

Adaś. Wiem ja, ciociu, o tem, że parę wodną można ochłodzić i przez to zamienić napowrót w wodę kroplistą, wiem, bom nieraz trzymał chłodny talerz nad gotującą się wodą, a zawsze na talerzu osadzały się krople wody. Nie wiem jednak, czy z takiej pary żelaznej można napowrót zrobić prawdziwe żelazo.

Ciocia. I para żelazna jest prawdziwem żelazem. Chcesz powiedzieć, czy można parę żelazną doprowadzić do stanu ciekłego a następnie stałego?

Staś. To dopiero wielka rzecz! Trzeba tylko mocno oziębić, a wszystko się samo zrobi!

Ciocia. Nieinaczej! Żeby zamienić ciało stałe w ciecz, a potem w parę, musimy grzać! —nieraz straszliwego gorąca na to potrzeba.

Przeciwnie, ochładzając ciała lotne, zamieniamy je w ciecze, a ciecze zamrażamy za pomocą zimna...

Adaś. Jakto, ciociu, ciała lotne? Więc powietrze, które jest ciałem lotnem...

Ciocia. Można za pomocą wielkiego zimna zamienić także w ciecz, a następnie zamrozić na ciało stałe. Tak jest, drogie dzieci, uczeni doszli do tego, że umieją dziś przelewać powietrze, jak wodę, z flaszki do szklanki, rozbryzgiwać je kroplami i wiele ciekawych z niem wyprawiać figlów. Jest to ciecz tak strasznie zimna, że wszystko dokoła siebie zamraża. Dziś niema gazu, któregoby nie umiano skroplić.

Staś. Już ja sobie to zrobię! jak mamę kocham! Skoro będzie silny mróz, zakorkuję powietrze w butelce i wystawię ją za okno. Może mi się ono zamrozi albo choć przynajmniej skropli! Dopiero będzie uciecha!

Adaś. Mój Boże, mój Boże, żeby nam to ciocia pokazała! to musi być okrutnie ciekawe! Powietrze puszczać kroplami do szklanki! Doprawdy, nie uwierzę, póki nie zobaczę.

Ewunia. Pokaż nam to, ciociu, pokaż!

Ciocia. Nie mogę tego uczynić. Na to trzeba mieć specyalne przyrządy. Małoby się tu przydał mróz choćby najsilniejszy, gdyż mrozów, od których powietrze mogłoby skrzepnąć, niema na świecie. Zimno, od którego powietrze się ścina,

jest bez żadnego porównania silniejsze od najtęższych mrozów syberyjskich. Przytem nietylko zimna potrzeba na to,—trzeba jeszcze powietrze mocno ścisnąć. Skoro się je mocno ściśnie i oziębi, wówczas dopiero się skropli. Pokażę wam za to wkrótce inne doświadczenie, które was również bardzo zaciekawi, gdyż wykaże, iż powietrze składa się głównie z dwóch gazów ze sobą zmieszanych.

Staś. Myślałem, że to jeden gaz zwany powietrzem otacza naszą ziemię.

Ciocia. Tak twierdzono przez długie wieki. Przez długi bardzo czas sądzono tak, jak ty, Stasiu: myślano, że powietrze składa się tylko z jednego gazu i to takiego, którego nie można w żaden sposób rozdzielić. Arystoteles, o którym zapewne Adaś już nieco słyszał...

Adaś. Tak jest, proszę cioci; wiem, że był to wielki mędrzec grecki, żyjący w czwartym wieku przed Narodzeniem Chrystusa, że zowią go ojcem nauk przyrodniczych, bo najwięcej zajmowało go badanie przyrody.

Ciocia. Otóż Arystoteles uważał powietrze za gaz pojedyńczy, którego niepodobna rozdzielić. Starożytni zajmowali się bardzo poznaniem powietrza; rozumieli oni dobrze, że jest ono ciałem bardzo dla nas ważnem: pośród niego obracamy się i żyjemy, otacza ono naszą ziemię dokoła grubą warstwą, wszędzie się wciska i wszystkim jest potrzebne do życia, zarówno człowie-

kowi, jak zwierzętom i roślinom. Ale nie znali oni sposobu badania gazów. Ciała stałe i ciekłe daleko są łatwiejsze do poznania; można je ująć, wziąć w rękę, przyjrzeć się dokładnie, zważyć. Z gazami daleko trudniej dać sobie radę: takie to nieuchwytne, tak się wymyka, tak ucieka! Przez długi czas np. ludzie nie umieli ważyć powietrza.

Staś. Jakto, ciociu, ważyć powietrze! Czyż powietrze ma wagę? Przecież ono takie lekkie, chyba nic nie waży.

Ciocia. Wszystkie ciała mają wagę, więc i powietrze waży.

Adaś. Staś się zagapił, bo i on wie o tem. Wszak słyszałeś, Stasiu, że powietrze wywiera ciśnienie—a wszystko, co ciśnie, musi ważyć.

Ciocia. A ty, Adasiu, czyś zastanawiał się nad tem, dlaczego woda w szklance odwróconej dnem do góry i wstawionej w miskę z wodą nie wypływa, lecz utrzymuje się wysoko?

Adaś. Chyba dlatego, że powietrze ciśnie wodę w misce dokoła szklanki; tym sposobem unosi ją w górę i utrzymuje wewnątrz szklanki, w której inaczej niby nie było.

Ciocia. Nieinaczej, ale dopiero w XVII stuleciu przekonano się, jak powietrze jest ciężkie; dopiero tak niedawno uczeni wynaleźli sposoby zważenia powietrza. *Otto de Guericke,* uczony fizyk z Magdeburga w Niemczech, wziął się do dzieła w ten sposób, że za pomocą osobnego

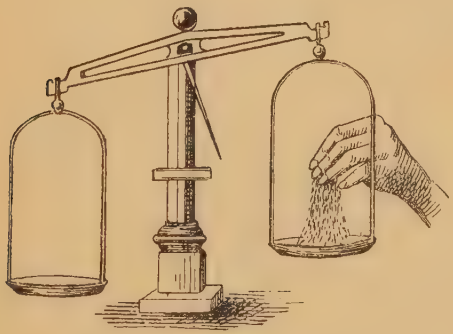
przyrządu wypompował wszystko powietrze z bani szklanej i szczelnie zamkniętą zważył. W takiej bani, z której wybrał powietrze, nic oczywiście nie było, była pusta. Zważył więc, ile taka bania waży sama bez powietrza. Potem odkręcił śrubkę, powietrze wpadło przez otwór do bani i wypełniło ją. Wówczas zważył ją powtórnie i przekonał się, że ważyła więcej, niż poprzednio. Zwiększenie się wagi bani po napełnieniu jej powietrzem wykazało naturalnie, jak powietrze jest ciężkie. Inny znów uczony *Jan Ray*, lekarz, żyjący również w XVII wieku, postąpił inaczej, gdyż zważył butelkę pełną powietrza, poczem za pomocą miecha wtłoczył w nią jeszcze więcej powietrza i przekonał się, że wówczas butelka jest cięższą.

Adaś. Czy to oni, ciociu, przekonali się także, że Arystoteles nie miał racyi, uważając powietrze za gaz, którego rozdzielić nie można.

Ciocia. Na to ważne odkrycie złożyła się spora garstka pierwszorzędnych uczonych. Wiadomem było w owym czasie, że metale ogrzewane w powietrzu zachowują się rozmaicie: niektóre, jak żelazo, miedź, zmieniają się pod wpływem ognia, srebro zaś, złoto, platyna, nie ulegają żadnej zmianie,—pozostają takiemi, jakiemi były przedtem. Z tego nawet powodu rozróżniano od dawnych czasów metale szlachetne, nie zmieniające się na powietrzu, i nieszlachetne czyli podlegające zmianie.

Adaś. Prawda, ciociu, że nazwa ta nie jest właściwą, bo przecież żelazo daleko jest dla ludzi potrzebniejsze od złota i ono powinnoby się szlachetnem nazywać.

Ciocia. Tak, kochanku, niezawsze to, co błyszczy i pozornie pięknie wygląda, jest najdonioślejsze. To też nazwy te nie mają dziś zna-



Rys. 4. Sypię piasek na talerzyk wagi.

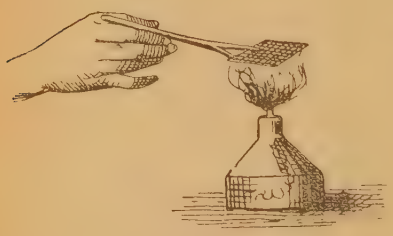
czenia. Przynieś mi, Adasiu, z gabinetu tatusiowego tę czułą wagę, co stoi na szafie, i poproś go o lampkę spirytusową.

Staś. Pewno nowy jakiś figiel!

Ciocia. Mam tu kawałeczek blaszki miedzianej. Zważmy ją dokładnie na tych wagach. Możemy użyć do zważenia jej trochę piasku, który zostawimy na talerzyku wagi. Sypię więc

piasek na talerzyk wagi, póki ciężar jego zrówna się z ciężarem drugiego talerzyka, na którym leży blaszka miedziana. Ot, już jest dobrze. Zapalam teraz lampkę spirytusową, biorę blaszkę miedzianą temi oto szczypczykami, które przyniosłam z sobą, i ogrzewam ją nad ogniem. Chodzi o to, żeby powietrze miało przystęp do tej blaszki.

Staś. Och! jak się blaszka rozżarzyła! och! jeszcze się żarzy, choć ją ciocia wyjęła z ognia.



Rys. 5. Ogrzewam blaszkę miedzianą.

Ciocia. Poczekajmy chwilkę, niech ostygnie. Patrzcie teraz, co się stało z tą blaszką!

Ewunia. Jakże się zmieniła! Ze złocistej stała się czarną.

Adaś. Nigdybym nie przypuścił, że miedź tak łatwo zmienić się może.

Ciocia. Nie na tem jednem polega zmiana. Ponieważ blaszka już ostygła, kładę ją napowrót na wagę, na tym samym talerzyku, na którym wprzód leżała.

Adaś. Przeważa teraz, przeważa!

Staś. Ta miedź czarna więcej waży od złocistej.

Ciocia. Widzicie więc, że podczas ogrzewania miedzi na powietrzu *coś się do niej przyłączyło.* Gdybyśmy mieli nieco miałkiego proszku żelaznego, to ogrzewając go silnie w cienkiej warstewce na powietrzu, przekonalibyśmy się również, że zwiększy on swoją wagę. Żelazo widocznie wyciąga także coś z powietrza podczas ogrzewania. Jeślibyśmy wzięli trochę żywego srebra czyli rtęci, tego srebrzystego metalu, co znajduje się w termometrach i pokazuje stopnie, i ogrzewali je silnie w miseczce porcelanowej, wówczas wytworzyłby się na srebrzystej powłoce kożuszek czerwono-żółty. Jeśli odsuniemy go na stronę, wówczas wytworzy się drugi taki sam kożuszek i tak dalej. Tym sposobem moglibyśmy przy cierpliwości wszystką rtęć zamienić na proszek czerwony, z którego zrobione są kożuszki. Trwałoby to jednak długo,— a pary rtęci są bardzo szkodliwe, nawet trujące. Dość, że wszystką rtęć moglibyśmy zamienić w proszek czerwony, oto taki, jaki przyniosłam w tej rurce szklanej, patrzcie!

Adaś. Nic nie przypomina on rtęci, z której się wytworzył!

Ewunia. Jaki prześliczny kolor!

Adaś Lubisz wszystko, co jaskrawe.

Staś. W gabinecie zoologicznym niektóre papugi mają takie piórka.

Ciocia. Ale jak się wam zdaje: gdybym wzięła łut rtęci, czy otrzymam z niej więcej lub mniej takiego czerwonego proszku?

Adaś. Miedzi przybyło, żelaza przybyło, przypuszczam więc, że i rtęci przybędzie, — ale nie wiem dlaczego.

Ciocia. W niemniejszym kłopocie był wielki uczony francuski *Lavoisier*, żyjący w XVIII stuleciu, gdyż i on nie wiedział, dlaczego rtęci przybywa na wadze podczas ogrzewania jej w powietrzu.

Ale dość już na dziś tego opowiadania. Późno już i muszę wracać do domu. Rurkę z tym proszkiem czerwonym zostawię pod opieką Adasia. Pamiętaj wszakże, Adasiu, że to silna trucizna, więc najlepiej zakorkuj i zamknij w szafie.

Adaś. Dobrze, ciociu.—Jaka szkoda, że już ciocia idzie. Tak prędko czas leci, gdy ciocia opowiada...

Staś ...i pokazuje te zabawne sztuczki!

Adaś. A o rdzy tośmy niczego się jeszcze nie dowiedzieli.

Ewunia. A prawda, miała ciocia opowiadać nam o rdzy, a mówiła zupełnie o czem innem.

Staś. Zamiast o podkowie, o powietrzu!

Ciocia. Cierpliwości, dzieci kochane! Nie można nic o rdzy zrozumieć bez poznania powietrza.

Staś. Paradne! Rdza i powietrze! Ktoby pomyślał coś podobnego?

Dzieci otoczyły ciocię, sciskały ją i pomagały się ubierać, wciąż dopytując się, dlaczego rdzy nie można zrozumieć bez powietrza. Ale ciocia nic powiedzieć nie chciała i odłożyła wytłomaczenie do przyszłego czwartku.

WIECZOR DRUGI.

Doświadczenie Lavoisiera. Tlen i azot. Związek i mieszanina. Argon. Utlenienie i palenie.

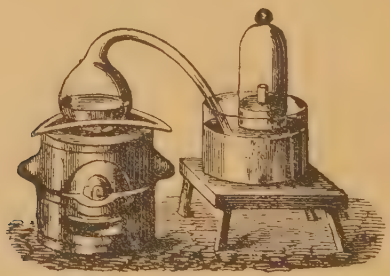
— Ciociu! kochana ciociu!—wołał Staś, wbiegając do pokoju, gdzie przed chwilą usadowiła się ciocia z Adasiem i Ewunią.—Tylem rzeczy różnych ważył przed ogrzaniem i po ogrzaniu! Cały tydzień tem się bawiłem, nawet swój łańcuszek stalowy włożyłem na blachę kuchenną rozpaloną, choć Kasia za nic mi na to pozwolić nie chciała. Przekonałem się jednak, proszę cioci, że nic one nie zmieniają swej wagi. Wszystkom ważył na wadze kuchennej, bo tatusiowa zamknięta w szafie.

Adaś. Ja zaś z Ewunią puszczaliśmy sobie powietrze z jednej butelki w drugą. Zafarbowaliśmy wodę farbką od bielizny, bo karminu nie mieliśmy. Doskonale się nam udało.

Staś. A mnie nic się udawać nie chciało.

Ciocia. Nic dziwnego, mały figlarzu. I nie tak grzałeś, jak trzeba, i nie tak, jak trzeba, ważyłeś,—więc ci się nie udało. Trzeba mieć wagi bardzo czułe, aby wykazały drobną różnicę— a kuchenne stanowczo nie są do tego zdatne.

Lavoisier czynił właśnie takie próby, ale ścisłe, to jest bardzo dokładne, z metalami i z innemi ciałami. Ważył je, potem ogrzewał bardzo mocno i znów ważył. Przekonał się, że metale,



Rys. 6. Wpadł na pomysł i zbudował sobie przyrządzik.

które się zmieniały w ogniu, ważyły zawsze więcej po ogrzaniu. Otóż zapragnął się on przekonać, czy ciała te wybierają coś z powietrza, czy przyłącza się do nich coś, co jest w powietrzu— może samo powietrze. Żeby się o tem przekonać, trzebaby zobaczyć, czy powietrzu ubywa na wadze wówczas, gdy metalom wagi przybywa. Długo łamał sobie głowę nad tem, jakby to uskutecznić. Wreszcie wpadł na pomysł i zbudował

sobie przyrządzik. Patrzcie, mam go tu na rysunku. Wziął retortę—ale wiecie, co to jest retorta? Jest to jakby butelka ze szkła niepękającego w ogniu, z bardzo długą i wygiętą szyją. Do retorty tej wlał żywego srebra. Wziął następnie miskę prawie pełną rtęci i zanurzył w niej dolny zwrot szyjki od retorty, ale tak uważnie postąpił, aby koniec szyjki otwarty wychylał się swobodnie z nad kąpieli rtęciowej. Poczem wziął duży dzwon szklany i zanurzając brzegi jego w rtęci, przykrył nim koniec szyjki, wystający nad powierzchnią rtęci. Dzwon ów ogranicza pewną ilość powietrza; powietrze to jest zewsząd zamknięte: u góry i z boków dzwonem, u dołu rtęcią i łączy się jedynie przez otwór szyjki z retortą.

Gdy tak sobie wszystko ustawił, wówczas zapalił ogień pod retortą i grzał ją przez dwanaście dni bardzo mocno, tak, że rtęć ledwo, ledwo nie wrzała. Przez pierwszy dzień nie zauważył nic szczególnego. Rtęć w retorcie rozdrabniała się pod wpływem gorąca na małe kropelki srebrzyste, rozbryzgujące się po ścianach retorty szklanej, potem zlewające się razem w duże krople srebrzyste, które opadały na dno naczynia. Drugiego dnia Lavoisier zauważył czerwony jakiś proszek, który się wytwarzał na rtęci. Trwało to kilka dni. W miarę tego zauważył on również, że rtęć z miski zaczęła wchodzić pod dzwon coraz to wyżej i wyżej, tak, że stanęła znacznie

wyżej pod dzwonem, niż w misce. Już to samo wskazywało, że powietrza pod dzwonem ubyło i że na jego miejsce weszła rtęć. Po dwunastu dniach przekonał się, że się więcej proszku czerwonego nie wytwarza, więc zagasił ogień i czekał, aż naczynie ostygnie, a wszystko w nim się uspokoi i oziębi. Wówczas zobaczył, że pod dzwonem ilość powietrza zmniejszyła się znacznie, gdyż piąta jego część zniknęła, a na jego miejsce weszła rtęć, będąca w misce. Jak objaśnić ten ubytek? Chyba tylko jedna rtęć w retorcie przez ogrzewanie mogła wybrać część powietrza i dlatego zmieniła się na czerwony proszek, który przeto musi więcej ważyć. „Trzeba zobaczyć—pomyślał Lavoisier—co to za powietrze zostało pod dzwonem: czy jest ono takie, jak zwyczajne, czy od niego odrębne — trzeba również bliżej zbadać proszek czerwony, który powstał z rtęci.“

„Zajrzę najprzód pod dzwon — myślał sobie—jeśli powietrze, które tam zostało jest takie samo jak zwyczajne, co jest w pokoju, to mysz będzie w niem żyła, świeca będzie się w niem paliła.“ Wziął więc dzwon, zamknął go szczelnie, żeby nic powietrza wewnątrz niego nie naszło, poczem ostrożnie wpuścił weń żywą mysz. Mysz natychmiast zdechła. Wpuścił weń potem zapalony stoczek. Świeca zgasła natychmiast, jakby pogrążona w wodę.

Adaś. A zatem powietrze, co się zostało pod dzwonem, nie było powietrzem.

Ciocia. Był to istotnie inny gaz, bo własności miał inne od zwykłego powietrza. Ale skąd się wziął? W całym przyrządzie nie było ani jednej szparki, przez którą powietrze mogłoby ulecieć, lub przez którą mógłby napłynąć jakiś gaz obcy. Lavoisier zastanawiał się nad tem i doszedł do przekonania, że zapewne rtęć popsuła tak powietrze pod dzwonem. Musiała wybrać z powietrza to, co pozwala świecy się palić, a myszy żyć, — sama zaś zmieniła się również, bo zrobił się z niej ten oto czerwony proszek nic a nic do niej niepodobny, który przyniosłam wam na zeszłej lekcyi.

Lavoisier wziął ten barwny proszek, zważył go: istotnie, ważył więcej, niż rtęć, której użył do doświadczenia. Już to samo oznaczało, że coś się do rtęci przyłączyło, że coś jej przybyło,—a przybyć mogło jej tylko z powietrza, którego ubyło. Ale co przybyło? tego Lavoisier nie wiedział.

„Zobaczę jednak—pomyślał sobie—co się zrobi z tej czerwonej materyi, jeśli będę ją bardzo a bardzo silnie ogrzewał.“ Wziął więc czerwony proszek,— i my zróbmy tak samo, — wsypał go do rurki szklanej,—takiej, w jakiej go wam przyniosłam, a która zowie się próbówką albo epruwetką,— wziął korek... mam tu korek doskonale dobrany do naszej epruwetki,—jest to korek gu-

mowy z dziurką przewierconą przez środek. Nie jestem pewna, czy akuratnie taki sam służył Lavoisierowi, ale to drobnostka. Wziął on następnie rurkę szklaną. Przyniosłam wam dziś kilka rurek szklanych, różnej grubości. Dobierzemy sobie zaraz taką, co doskonale będzie pasowała do otworu w korku.

Adaś. Może ciocia pozwoli, to ja dobiorę.

Staś. I ja, i ja także.

Ciocia. Niechże teraz Adaś dobierze, — na przyszły raz Staś to uskuteczni. Ot dobrze, ta nie jest ani za szeroka, ani za wązka. Zapalam teraz lampkę spirytusową i grzeję rurkę szklaną.

Staś. Na co, na co, proszę cioci? Może się od gorąca rurka przetopi i popłynie potem, jak woda!

Ciocia. Patrzcie! rurka mięknie w ogniu, cząsteczki jej rozsuwają się od ciepła. Oto teraz jest tak miękka, że mogę ją wygiąć.

Adaś. Prawda! jak ślicznie się wygięła!

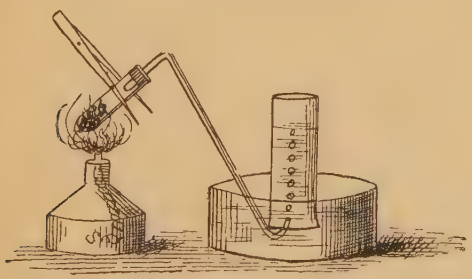
Staś. I jabym potrafił to zrobić!

Ciocia. Będziesz i ty kiedyś wyginał rurki szklane, ale teraz jesteś jeszcze trochę za bardzo roztrzepany i mógłbyś się łatwo oparzyć. Teraz zaś grzać będę rurkę na drugim końcu, gdyż chcę ją i na drugim końcu wygiąć tak, żeby miała kształt podobny do litery **Z**. Niech o stygnie.

Staś. Dobrze, że wiem o tem. Poszukam sobie kawałków szkła i będę je topił, wyginał

i różne z nich sobie rzeczy porobię. Ale na co cioci potrzebna rurka tak śmiesznie wygięta?

Ciocia. Patrz a zrozumiesz. Zakładam ją w otwór przewiercony w korku i korkiem zamykam szczelnie epruwetkę, w której znajduje się czerwony proszek, pozostający z rtęci. Nalej, Ewuniu, wody do miski. Mam tu drugą epruwetkę, którą napełniam wodą i przewracam dnem do góry, zostawiając brzegi jej zanurzone w wo-



Rys. 7. Jak ślicznie idą sobie bańki powietrzne.

dzie. Ty, Stasiu, trzymaj ją tak nad miską. Ja zaś potrzymam szczypcami epruwetkę z proszkiem nad płomieniem lampki spirytusowej i grzać ją tak będę przez parę minut. Teraz swobodny koniec rurki wstawmy pod słoik z wodą. Ot, tak jest dobrze. Grzać będę naszą epruwetkę jeszcze przez czas jakiś. Baczność!

Ewunia. Nic nie widać szczególnego. Wszystko jest, jak było,—nic się nie zmienia.

Ciocia. Trochę cierpliwości! Poczekajcie a zobaczycie.

Adaś. Ot, jakaś bańka powietrzna weszła pod ępruwetkę z wodą!

Staś. Oto druga... trzecia... czwarta...

Ewunia. Jak ślicznie idą sobie bańki powietrzne, wypychają wodę z epruwetki i same gromadzą się na jej miejscu.

Ciocia. Pewni jesteście, że to powietrze?

Staś. A cóż innego mogłoby się tak gromadzić bulkami?

Ciocia. A skąd się wzięło?

Adaś. Pewno rtęć, zamieniając się w proszek czerwony, pochłonęła powietrze—a teraz to właśnie powietrze wychodzi sobie z proszku.

Ciocia. Gdyby rtęć wybrała powietrze, zamieniając się w proszek czerwony, to pod dzwonem szklanym Lavoisier znalazłby również resztkę powietrza zwykłego. Nie było to jednak powietrze, skoro mysz w niem zdechła, a świeca zgasła. Ale zobaczcie, co się dzieje z naszym proszkiem czerwonym!

Adaś. Prawda! jakieś kropelki srebrzyste zjawiły się w epruwetce! To pewno rtęć! Moja ciociu kochana, chyba rtęć napowrót wychodzi z proszku czerwonego. Niech ciocia powie!

Ciocia. Nieinaczej, te srebrzyste kropelki są rtęcią, ale gaz, co się gromadzi pod wodą w epruwetce, nie jest wcale powietrzem.

Ewunia. Przecież jest on tak samo przejrzysty, jak powietrze.

Ciocia. A jednak nie jest niem.

Adaś. Ciekawa rzecz, jak się ciocia z tego wytłomaczy.

Ciocia. Gaszę lampkę spirytusową. Odsuwam na bok naczynie z proszkiem. Zostawiam tylko rurkę z gazem i poproszę Stasia, żeby jeszcze trochę ją potrzymał zanurzoną w wodzie. Nie zapominajcie, że tak samo postępował Lavoisier. I on grzał ten proszek, i on zebrał w naczyniu szklanem sporą ilość tego samego gazu, co my. Uczony ten chciał się przekonać, czy świeca będzie się paliła w tym gazie tak, jak w powietrzu. Wpuścił weń świecę—i zobaczył, że pali się ona w tym gazie znakomicie, że nawet wydaje, płonąc w nim, światło daleko silniejsze, niż w powietrzu; przekonał się także, że drzazga tlejąca rozpala się w tym gazie świetnym płomieniem i wiele ciał płonie w nim światłem tak wspaniałem, że oczy trudno znieść mogą blask podobny. Zróbmy i my takie samo doświadczenie.

Staś. Co za szczęście!

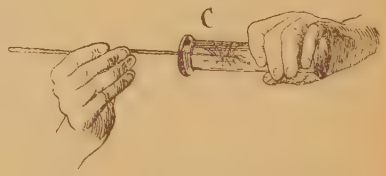
Ciocia. Biorę drewienko, zapalam je nad świecą, a teraz gaszę, bacząc, aby został się na niem jeden punkcik rozżarzony. Biorę prędko eprubetkę z gazem. Baczność! wsuwam drewienko tlejące się!

Adaś. Staś. Ewunia. Ach! jak płonie! jak się rozpaliło!... Zgasło!

Ciocia. Powiedzcie teraz, czy to było powietrze?

Adaś. Chyba nie, bo przecież w powietrzu drewienko żarzące się nie rozpaliłoby się samo, a w gazie tym buchnęło odrazu ogniem.

Staś. Ciekawym, czy mysz żyłaby w tym gazie.



Rys. 8. Jak się rozpaliło!

Ciocia. Próbował tego Lavoisier i przekonał się, że gaz ten daleko jest przydatniejszy do palenia i do oddychania, niż zwykłe powietrze.

Adaś. A zatem było tak: pod dzwonem, nad rtęcią Lavoisier znalazł gaz, w którym mysz zdechła i świeca zgasła. Tu zaś, w epruwetce, zebrał drugi gaz, w którym świeca doskonale się pali, a drewienko rozżarzone bucha płomieniem.

Ciocia. To też zastanowiwszy się nad tem, doszedł do przekonania, że rtęć, przez dłuższy czas wypalana, wybiera czyli wchłania w siebie część powietrza zdrową, dobrą do oddychania, życia i palenia, a zostawia jakąś część niezdatną ani do palenia, ani do oddychania. Innemi słowy, przekonał się, że powietrze składa się z dwóch gazów zupełnie odrębnych; ale, że lu-

bił zawsze wszystko sprawdzać dokładnie, więc powtórzył jeszcze raz całe to doświadczenie z rtęcią,—zebrał osobno jeden gaz i drugi, a następnie je razem zmieszał. Wówczas zobaczył, że mieszanina tych dwóch gazów odrębnych posiada wszystkie własności naszego zwykłego powietrza—czyli jest po prostu powietrzem.

Staś. Nigdybym się nie domyślił podobnej rzeczy, aby powietrze dało się tak rozdzielić na dwoje.

Adaś. Jakżebym chciał bliżej przyjrzeć się temu gazowi, w którym prześlicznie wszystko się pali.

Ciocia. Gaz ten zowiemy *tlenem.* Jeśli zechcecie, to możemy przyrządzić go sobie w większej ilości i lepszą z nim zrobić znajomość.

Staś. Ciekaw jestem, jak go ciocia będzie wyciągała z powietrza? Pewno znów jakiś figiel!

Ciocia. Z powietrza nie będę go wam wyodrębniała, gdyż jest wiele ciał stałych, tlen w sobie zawierających.

Staś. Jakto, ciociu, czyż w ciele stałem może być gaz?

Ciocia. Ależ przed chwilą ogrzewałam wam proszek czerwony, z którego wydzieliła się rtęć i tlen, — a proszek ów jest przecież ciałem stałem. Znacie zapewne wszyscy te białe lśniące łuseczki, stanowiące sól Bertholeta, które rozpuszczamy w wodzie ciepłej i płuczemy gardło, gdy zaboli?

Ewunia. Mamusia ma tę sól Bertholeta, może ją przynieść?

Ciocia. Owszem, przynieś także jaki słoiczek od konfitur, niezbyt szeroki a wysoki.

Adaś. Jakież to dziwne, ciociu, aby w tym białym proszku był uwięziony tlen, gaz!

Ciocia. Zobaczycie niedługo, że nawet w wodzie uwięzione są w specyalny sposób dwa gazy, z których jeden jest właśnie tlenem. To chyba jest jeszcze dziwniejsze. Ale w powietrzu tlen jest wolny, buja sobie na swobodzie, niczem nie jest związany, tylko pomieszany jest z owym drugim gazem, w którym świeca gaśnie i mysz zdycha, a który zowią *azotem.* W tym zaś proszku czerwonym, co służył Lavoisierowi i nam do doświadczeń, tlen nie jest na swobodzie. Jest on związany, połączony z rtęcią tak ściśle, że razem z nią tworzy nowe ciało, niepodobne ani do rtęci, ani do tlenu. Gdy ciała tak się ze sobą zespolą, że powstanie z nich ciało nowe, odmienne, wówczas to ostatnie zowiemy *związkiem chemicznym.* Tak więc ów proszek czerwony jest związkiem, wytworzonym z połączenia się rtęci z tlenem.

Staś. A może, ciociu, i sam tlen jest związkiem? może i on powstał z połączenia się ze sobą dwóch a może trzech ciał odrębnych? Oho! skoro powietrze zostało rozdzielone na dwoje, to może i tlen umieją uczeni rozdzielać także!

Ciocia. Nie, kochanku! dotychczas uczeni

nie doszli do tego. Próbowali najrozmaitszych sposobów, ale się im nie udało. Z tlenu nic się nie da wyciągnąć, i zawsze tlen zostaje tlenem. Tak samo siarka, węgiel, żelazo, cynk, miedź, które znacie, nie dostarczą nam nigdy żadnego innego materyału, prócz siebie. Są to *ciała proste.* Zowiemy je *pierwiastkami.*

Adaś. A zatem związki, takie jak ów proszek czerwony, składają się zapewne z ciał prostych czy tam pierwiastków...

Ciocia. I dlatego zowiemy je także ciałami złożonemi.

Staś. Ciekawa rzecz, czy z tych związków można napowrót wydobyć ciała proste! Toby było zabawne!

Ciocia. Przed chwilą zrobiliśmy to właśnie. Ogrzewaliśmy związek rtęci i tlenu i zobaczyliśmy, jak z czerwonego tego proszku wyswobodził się gaz i powstały kropelki rtęciowe. Rozdzieliliśmy tu przed chwilą związek na pierwiastki, z których się składał, czyli dokonaliśmy *rozkładu.*

Staś. A gdyby tak mocno bardzo grzać tlen lub rtęć, to możeby i one wypuściły coś ze siebie. Żeby tak spróbować.

Ciocia. Rtęć możnaby jedynie doprowadzić do wrzenia i wyparowamia,— a gdyby parę rtęciową nie wiem jak mocno ogrzewać, to zawszeby została parą rtęciową. Tak samo żelazo silnie ogrzane wre, zamienia się w parę, ale

zawsze jest tylko żelazem. Ochłódź parę rtęciową lub żelazną, a napowrót otrzymasz rtęć kroplistą lub twarde żelazo. Tak samo zachowuje się siarka. Można ją gotować, zamieniać w parę siarczaną,—ale ani z wrzącej siarki, ani z pary siarczanej nic nie dobędziesz, prócz siarki. Pierwiastki mogą więc tylko zmieniać stan skupienia, ale rozłożyć się nie dają. Takich ciał prostych niewiele jest w przyrodzie, gdyż znamy ich tylko 74, lecz świat cały składa się z niewielu tych pierwiastków. One to, łącząc się ze sobą, tworzą związki najrozmaitsze, których jest ilość nieprzebrana i które znajdujemy wszędzie: w ciele naszem i zwierzęcem, w przecudnych płatkach kwiatowych, w korze drzew, w aromatach, barwach, lądach, wodach.

Adaś. Więc powietrze, proszę cioci, jest zapewne związkiem tlenu i tego drugiego, jakże się nazywa...?

Ciocia. Azotu? Mylisz się, Adasiu, powietrze nie jest związkiem, ale mieszaniną. Duża tkwi w tem różnica. Związek tem przedewszystkiem się odznacza, jakem już mówiła, że jest odrębny od ciał, z których się składa. Wiecie już, że związek tlenu i rtęci jest proszkiem czerwonym, gdy tlen jest gazem bezbarwnym, a rtęć metalem srebrzystym i ciekłym. Nie domyślilibyście się chyba nigdy sami, że woda, piasek, glina i wiele innych ciał są związkami tlenu, do którego wcale nie są podobne—że słodki cukier,

że biała kreda są związkami węgla, że malachit jest związkiem miedzi. Z przykładów tych możecie już mieć pewne wyobrażenie, do jakiego stopnia związek różni się od ciał, z których się składa.

Otóż mieszanina nic przedstawia tej odrębności: jest ona podobna do ciał, które zostały zmieszane. Zmieszać różne ciała jest łatwo, łatwo także wydobyć je napowrót z mieszaniny. Jeśli zmieszamy ze sobą siarkę sproszkowaną z drobnemi opiłkami żelaznemi, jeśli nawet bardzo je starannie ze sobą zmieszamy, to łatwo je nam przyjdzie wydzielić. Dość będzie dmuchnąć na tę mieszaninę, aby oddzielić siarkę, która, będąc lżejszą, poleci, a żelazo się zostanie samo.

Staś. Muszę koniecznie to sobie zrobić, tylko nie wiem skąd wezmę opiłek żelaznych, bo siarki dostanie za parę groszy w aptece.

Adaś. W mieszaninie niema widocznie takiego ścisłego zespolenia się ze sobą ciał, jak w związku,—ale wcale tego nie rozumiem. Zmieszam siarkę z żelazem, to powinienem mieć związek siarki i żelaza i basta! Zmieszam tlen z azotem, powinienem mieć związek tlenu i azotu, tak samo jak rtęć zmieszana z tlenem dała ten oto proszek czerwony.

Ciocia. Otóż to, że rtęci nie zmieszaliśmy z tlenem. Mogłaby ona swobodnie leżeć nie wiem jak długo na powietrzu, w którem przecież jest tlen, moglibyśmy nawet wstrząsać nią w słoiku

pełnym tlenu, a w niczem się nie zmieni. Lavoisier przez 12 dni ogrzewał rtęć w powietrzu, zanim wybrała z niego tlen i połączyła się z nim na związek. Trzeba, żeby rtęć pochłonęła tlen, żeby tlen ją przeniknął aż do najdrobniejszej cząsteczki. Trzeba, żeby między rtęcią a tlenem wywiązała się siła, która w nich istnieje, ale przejawia się w pewnych tylko warunkach; siła ta nieprzeparcie skłania tlen do połączenia się z rtęcią, a rtęć do połączenia z tlenem, zniewala ona obadwa te pierwiastki do zespolenia się tak ścisłego, że przetrawia je i przerabia na nowe ciała, zupełnie różne. Zowiemy ją *powinowactwem chemicznem*. W mieszaninie pierwiastki są tylko zmieszane, ale nie połączone żadną siłą, powinowactwo nie gra tu żadnej roli i dlatego mieszaninę łatwo jest rozdzielić. Związek zato bardzo jest nieraz trudno rozłożyć. Powietrze jest więc mieszaniną tlenu i azotu, a wcale nie związkiem, tlen i azot bujają w nim sobie na swobodzie, a bynajmniej nie są z sobą związane. Dlatego też powietrze ma własności i tlenu i azotu.

Staś. Niechże już ciocia wydostanie nareszcie tlen z soli Bertholeta; to będzie ciekawsze od tych wszystkich dowodzeń. Ja lubię patrzeć i wolę na własne oczy widzieć, niż słuchać opowiadania.

Ciocia. Tak jest, Stasiu, trzeba się starać sprawdzić wszystko i na własne oczy się prze-

konać, czy to prawda, co o różnych rzeczach opowiadają uczeni. Nie starczyłoby nam wszakże życia, żeby wszystko sprawdzić. Musimy się więc ograniczyć do sprawdzenia najważniejszych rzeczy. Postąpmy zatem tak, jak prosi Staś. Wsypuję trochę soli Bertholeta do epruwetki i zatykam ją tym samym korkiem, co poprzednio, z tą samą rurką szklaną. Słoik napełniam wodą, przewracam go dnem do góry jak poprzednio i trzymam brzegami zamoczony w wodzie. Odstąpcie jednak, drogie dzieci, bo ogrzewanie soli Bertholeta nie bardzo jest bezpieczne. Zapalam lampkę spirytusową i trzymając szczypcami epruwetkę, lekko ją ogrzewam dokoła, bacząc, aby sól równomiernie się ogrzała.

Ewunia. Och! już tlen wychodzi ślicznemi bulkami!

Ciocia. Jest on jeszcze zmieszany z powietrzem, które było w epruwetce. Poczekajmy, aż wyjdzie trochę tych baniek gazowych. Ot, teraz możemy już zapewne nałapać czystego tlenu. Adasiu, podłóż koniec rurki zakrzywiony do góry pod słoik z wodą.

Staś. Pi, pi, pi! — już się tlen gromadzi i wypycha wodę ze słoika.

Adaś. Sól Bertholeta daleko prędzej wypuszcza ze siebie tlen, niż proszek czerwony. Jest jego już cały słoik, a wygląda jak powietrze.

Ciocia. Odsuwam więc epruwetkę z ognia i koniec rurki z pod słoika i przyrządzik zosta-

wiam na stronie. Ostrożnie, Ewuniu, bo gorące! Potrzymaj, proszę cię, słoik dnem do góry, brzegami zanurzony w wodzie. Chcecie zobaczyć, jak siarka się pali w tlenie?

Staś. Ależ naturalnie! to dopiero są ciekawe rzeczy!

Ciocia. Mam tu kawałeczek siarki,—kładę ją na malutkę miseczkę, którą sama zrobiłam z drutu i którą na drucie przyczepiłam do karty. Zapalam siarkę. Widzicie, że na powietrzu pali się ona blado-niebieskim dość nikłym płomyczkiem. Wyjmuję teraz słoik z wody, stawiam go na stole i prędko wsuwam weń zapaloną siarkę, kartą przykrywając otwór słoika.

Ewunia. Jakże prześlicznie się pali! jakim pięknym płomieniem szafirowym.

Staś. Tak buchnęło niebieskim ogniem, żem się przestraszył.

Adaś. Daleko świetniej pali się siarka w tlenie, niż w powietrzu. Lavoisier miał racyę.

Ciocia. I nietylko siarka, ale wszystkie ciała, palące się w powietrzu, daleko świetniej płoną w tlenie. Gdybyśmy wzięli zamiast siarki kawałeczek węgla rozżarzonego, toby rozgorzał wspaniałym płomieniem. Fosfor, ten, co jest na łebkach zwykłych zapałek, pali się w tlenie z blaskiem tak oślepiającym, że trudno patrzeć na to światło,—żelazo cokolwiek rozżarzone pali się w tlenie, rozrzucając dokoła snop najpyszniejszych iskier.

Staś. Żelazo się pali? Tegom się nigdy nie spodziewał.

Adaś. Dlaczego tak się dzieje? dlaczego i w powietrzu ciała te nie palą się tak świetnie?

Ciocia. Bo przeszkadza temu azot, kochanku.

Muszę wam powiedzieć, że żelazo, miedź, rtęć i inne metale ogrzewane na powietrzu wybierają tlen i łączą się z nim. Powstają stąd związki niepodobne wcale do metali i od nich cięższe. Nie dziwi nas to wcale, że związki te muszą być cięższymi od metali czystych, gdyż prócz nich zawierają w sobie tlen, który naturalnie jest ciężki, jakkolwiek jest gazem. Tak samo siarka, fosfor, węgiel, płonąc bądź w powietrzu, bądź w tlenie czystym, wchłaniają w siebie tlen, łączą się z nim i tworzą związki. Mamy tu doskonały przykład powstawania związków. Siarka i węgiel leżeć mogą nie wiem jak długo na powietrzu i w niczem się nie zmienią: zbliżmy ogień do nich, wówczas zapłoną, a w czystym tlenie wybuchną przepysznem światłem i spalą się bardzo szybko. W tlenie nic im nie przeszkadza, więc chciwie go wybierają, a gdy wszystek zabiorą, wówczas gasną. W powietrzu zaś jest azot, z którym nietylko się nie łączą, ale który gasi ciała płonące.

Adaś. A płomień, ciociu, skąd się bierze? skąd się bierze światło?

Ciocia. Światło i płomień dowodzą, że siar-

ka, węgiel, fosfor, mają bardzo silne powinowactwo do tlenu, a tlen do nich: łączą się one tak gwałtownie, że wskutek rozgrzania powstaje płomień. Same jednak nie zajmą się płomieniem: trzeba żeby warunki temu sprzyjały i rozbudziły uśpione w nich powinowactwo. Iskra jedna wystarcza, aby zapalić całe góry siarki, całe pokłady węgla. Raz bowiem w ruch wprowadziwszy tę potężną siłę, nie możemy łatwo jej pokonać. Niektóre zatem ciała, łącząc się z tlenem, palą się. Jak się też wam zdaje: czy ubywa im przez to na wadze czy przybywa?

Staś. Naturalnie ubywa! Jak siarka się wypali, to nic po niej nie zostaje, po węglach zostaje się tylko trochę popiołu, a świeca znika, śladu po sobie nie zostawiając.

Adaś. Przecież to tak jasne, jak słońce!

Ciocia. Dawniej tak właśnie mniemano. Sądzono, że razem z płomieniem coś wychodzi z ciał płonących, przez co stają się one coraz lżejsze i lżejsze. Lavoisier dopiero przekonał świat cały, że tak nie jest. Gdy ogrzewamy metale, to przybywa im na wadze. Sami przekonaliście się o tem na miedzi. Gdybyśmy metale palili, przybyłoby im również na wadze. Dlaczego? bo powstałyby również związki ich z tlenem, które naturalnie muszą być cięższe od samych metali. Zrozumiałą jest rzeczą, że związek musi więcej ważyć od każdego z ciał, które w sobie zawiera. Całość musi być cięższa od części.

Adaś. Więc zapewne węgiel i siarka płonąc łączą się z tlenem, powstają stąd związki, a te muszą być naturalnie cięższe od samego tylko węgla, lub samej jednej siarki.

Staś. Rzecz prosta...

Adaś. Tylko że związki metali z tlenem zostawały się: widzieliśmy, jak blaszka miedziana zczerniała i więcej zaważyła od czystej miedzi, widzieliśmy także czerwony proszek, co się zrobił z rtęci... ale gdy się siarka pali lub węgiel, to niech ciocia mówi co chce, ale one nikną, i nic z nich nie zostaje.

Ciocia. Istnieje ta jedyna różnica, że to, co powstaje z wypalania metali, jest ciałem stałem, które pozostaje,— to zaś, co powstaje ze spalenia węgla lub siarki, ulatuje w górę, bo jest gazem, a gdy wyfrunie na swobodę, to uleci daleko i próżnobyśmy chcieli go złapać Złap jednak gaz, co uchodzi z siarki lub węgla podczas palenia, zważ go, a przekonasz się, że choć jest gazem, więcej zaważy od stałej siarki, lub od węgla, który spłonął. Gdybyśmy zebrali wszystkie gazy, co wychodzą z palącej się świecy, tobyśmy się przekonali, że ważą więcej od niej. „Nic w przyrodzie nie ginie," mawiał często Lavoisier, ciała zmieniają swój wygląd, swój kształt, swą postać,— ale waga ich nie ginie. Tlen, łącząc się z innymi pierwiastkami, dodaje im swego ciężaru, więc podczas palenia się ciał w powietrzu przybywa im wagi. Cały świat uczony

zdziwił się wielce, gdy Lavoisier wypowiedział takie przekonanie. Zdziwili się wszyscy niemniej, niż wy, słuchając tego, co wam teraz mówię, gdyż sądzono powszechnie, że razem z płomieniem coś wychodzi z ciał płonących, że im ubywa na wadze. Ale prawda zawsze zwycięża mimo przeszkód. Ludzie mają wprawdzie zawsze dążność do bronienia tego, do czego przywykli, nie mogą, a niekiedy nie chcą przejrzeć. Tylko wielkie umysły poszukują prawdy, choćby stanąć im wypadło przeciw wszystkim.

No cóż, czy teraz rozumiecie, dlaczego ciała świetniej płoną w tlenie, niż w powietrzu?

Adaś. Bo mogą wówczas łączyć się bez przeszkody.

Staś. Nieznośny ten azot, nie rozumiem po co jest w powietrzu, kiedy na nic nie potrzebny.

Ciocia. Azotu jest nawet daleko więcej, niż tlenu; pamiętacie może, że w doświadczeniu Lavoisiera ubyła piąta część powietrza tylko pod dzwonem, a reszta, która została, okazała się niezdatna do oddychania i palenia, czyli stanowiła azot. Istotnie jest tak, że na pięć części powietrza jest prawie 4 części azotu, a jedna tylko tlenu, to znaczy, że w 100 kwartach powietrza jest prawie 80 kwart azotu, a tylko jakie 20 kwart tlenu. Staś myli się jednak, twierdząc, że azot jest niepotrzebny. Zastanówcie się tylko, coby to było, gdyby powietrze składało się z samego tlenu? Iskra wystarczyłaby, żeby

wywołać najsroższe pożary, przedmioty tlejące się wybuchałyby płomieniem, wszystkie ciała palne, takie jak drzewo, węgiel, siarka, zostałyby spalone w prędkim czasie. Pożarów takich niepodobna byłoby ugasić. To też nie wiem, czy ludzie i zwierzęta mogliby żyć w takich warunkach, tembardziej, że sam tlen czysty byłby niezawodnie za ostry do oddychania. Oddychamy nim wprawdzie ustawicznie, gdyż z każdym oddechem wciągamy go w nasze płuca, ale w powietrzu jest on zmieszany ze znaczną ilością azotu, który łagodzi jego własności. To też obecność azotu, wstrzymującego palenie, jest istnem dobrodziejstwem, bo hamuje on energię tlenu, któryby wszystko spalił na świecie w krótkim czasie. Niewielka ilość tlenu zawarta w powietrzu wystarcza nam zupełnie Tak więc tlen i azot, choć mają zupełnie odrębne usposobienia, żyją ze sobą w wielkiej zgodzie, tworząc powietrze. Jeśli bowiem tlen jest bardzo skory do zawierania znajomości na wsze strony, gwałtowny, popędliwy, lubiący się wszędzie wcisnąć i wścibić, to azot gra rolę starszego towarzysza, wstrzymującego zapędy zbyt śmiałego tlenu. Sądząc jednak z pozoru, możnaby twierdzić, jak Staś, że azot nie jest potrzebny, gdyż ani się sam pali, ani pomaga ciałom płonąć, owszem gasi je, jest bezbarwny i nikły. Ma on jednak nadzwyczaj ważne znaczenie Nietylko ludzi, ale

nawet ciał martwych, nie można zatem sądzić z pozoru. Wielkie zalety kryją się częstokroć pod powłoką niepozorności. Jeśli zaś zechcecie poznać się z azotem, to pomyślcie, jakby go z powietrza wyodrębnić.

Adaś. Wyswobodzić azot!

Ciocia. Zastanów się nad tem, co zrobić, żeby z powietrza usunąć tlen, tak żeby azot się został.

Staś. Pewno trzebaby tlen spalić, — to azot sam się zostanie.

Ciocia. Tlen, kochanku, się nie pali, tylko różne ciała doskonale w nim płoną. Ogromna w tem różnica. Toż okropnem byłoby mieć dokoła siebie gaz, któryby mógł się zająć od zapałki, jak gaz oświetlający, i któryby mógł pewnego razu wybuchnąć ogniem, sam się do szczętu spalić i spalić wszystko dokoła. Na szczęście tlen nie jest palny.

Adaś. Teraz już wiem: żeby azot wyswobodzić, trzebaby usunąć tlen z powietrza przez takie ciała, co chciwie w nim się palą i jego wypalą.

Ciocia. Doskonale. Gdybyśmy wzięli sobie duży dzwon lub słój szklany i miskę z wodą, na wodę zaś puścili nakrywkę metalową z fosforem, — który jest pierwiastkiem bardzo chciwym tlenu, — fosfor zapalili i przykryli słojem, wówczas ujrzelibyśmy wkrótce, że fosfor gaśnie. Zgaśnie on, gdy wypali wszystek tlen,

znajdujący się w powietrzu uwięzionem pod słojem. Fosfor, paląc się, wypuszcza gęste białe dymy, rozpuszczające się w wodzie. Gdy woda je pochłonie, wszystko pod słojem się wyklaruje. Co w nim zostanie?

Adaś. Naturalnie azot. Ale proszę cioci, skoro ubędzie powietrza, to woda zapewne podniesie się pod słojem.

Ciocia. Nieinaczej, woda musi się oczywiście podnieść i wyżej będzie stała pod słojem,

Rys. 9. Fosfor pali się pod dzwonem.

niż w misce. Zobaczylibyśmy wówczas, że azot tak jak tlen jest gazem bezbarwnym i przejrzystym, jak samo powietrze.

Staś. Muszę sobie koniecznie zrobić trochę czystego azotu. Wpuszczę muchę, zobaczę, czy zdechnie.

Ciocia. Ja sama wam to może kiedyś pokażę. Tym sposobem jednak nie otrzymujemy jeszcze czystego azotu. Uczeni zbadali, że w powietrzu jest zawsze trochę pary wodnej,—wszak

wiecie o tem doskonale, gdyż osiada ona nieraz jako rosa, unosi się jako mgła, zbiera się w chmury i spada deszczem i t. p. Prócz niej, jest jeszcze zawsze w powietrzu gaz, zwany bezwodnikiem węglowym, i kurz, unoszący się z ziemi. Przez sto kilkadziesiąt lat sądzono, że prócz powyższych ciał powietrze nic więcej nie zawiera. Aż kilka lat temu, gdyż zaledwo 1894 r., dwaj uczeni angielscy, lord *Rayleigh* i profesor *Ramsay* dali znać światu uczonemu o odkryciu w powietrzu drobnej bardzo ilości nieznanego dotąd pierwiastku, który nazwali *argonem*. Pierwiastek ten, tak jak azot, nie płonie, ani dozwala ciałom w sobie płonąć i dlatego pozostaje razem z azotem uwięziony pod słojem. Wkrótce potem Ramsay wykrył w powietrzu obecność kilku nowych pierwiastków, mianowicie: kryptonu, neonu, ksenonu i znanego poprzednio helu. Tak więc, drogie dzieci, skoro pod słojem wypalicie tlen, to pozostaną w nim wszystkie inne ciała zawarte w powietrzu, a zatem obok znacznej ilości azotu, odrobina argonu, kryptonu, neonu, ksenonu, helu, trochę pary wodnej i bezwodnika węglowego. Co jest tu jednak wielce zajmującego, to, że pewien współczesny Lavoisierowi uczony angielski *Cavendish*, nie wiedząc o tem, wykrył można powiedzieć pierwiastki, które Ramsay zbadał. Cavendish chciał się przekonać, wiele jest w powietrzu tlenu, a wiele azotu, i prowadził w tym celu badania niezmiernie

ścisłe czyli dokładne. On pierwszy wyliczył, że w 100 kwartach powietrza pozbawionego pyłu, pary wodnej i bezwodnika węglowego (gdyż łatwo dość ciała te usunąć z powietrza) jest zawsze 21 prawie kwart tlenu i 79 prawie kwart azotu, czyli że azotu jest cztery razy prawie więcej. Pozostawała mu jednak zawsze mała bańka gazowa, która nie była ani tlenem, ani azotem. Nie wiedział co to ma znaczyć i przypuszczał, że musiał uczynić jakiś błąd. Otóż Ramsay powtarzał doświadczenia, które sto kilkanaście lat przed nim wykonał Cavendish—bańkę tę zbadał i znalazł w niej cały szereg nowych pierwiastków. Widzicie jednak, że ciał tych w powietrzu jest bardzo mało.

Adaś. Chciałbym bardzo wiedzieć o jednej rzeczy. Ja tak sobie myślę. W samym tlenie różne ciała straszliwie płoną, np. siarka, węgiel,— w powietrzu mogą się one również palić, choć mniej świetnie, bo azot przeszkadza. Otóż, moja ciociu, jeśli tlen jest taki ostry, to może po cichutku pali on trochę różne ciała, które leżą na powietrzu.

Ciocia. Naturalnie! Bardzo wiele ciał zmienia się na powietrzu: jest to sprawka tlenu. Nagryza on je powoli, przepala je niewidocznie, bo bez płomienia, czyli jak, mówią, *utlenia.* Takie utlenianie jest łączeniem się tlenu z tem lub tamtem ciałem, ale powolnem, i tem się różni od palenia. Palenie się bowiem ciał w powietrzu

jest także łączeniem się ich z tlenem, ale gwałtownem, szybkiem i połączonem z płomieniem. Otóż tlen, jak dobrze przypuszcza Adaś, wciąż pocichu pracuje w przyrodzie. Bezustannie wżera się w różne ciała, niszczy je powoli, łączy się z niemi. Wasza podkowa żelazna...

Adaś. Ciociu! ja już wiem, doprawdy wiem, co to rdza! Nic innego, tylko tlen z powietrza cichutko musiał wjadać się w żelazo...

Staś. I zjadł twoją podkowę!

Ciocia. A tak, wgryzł się nawet dość głęboko. Nieraz zdarza się, że przez chropowatą powierzchnię rdzy tlen przenika coraz głębiej i głębiej i zupełnie zniszczy żelazo. Więc czem jest rdza?

Adaś. Ano zapewne związkiem żelaza z tlenem.

Ewunia. I dlatego taka jest inna od żelaza.

Staś. Inny ma kolor, inny zupełnie wygląd.

Adaś. Więc miałem racyę mówiąc, że rdza osiada na żelazie.

Ciocia. A tak, bo jest w niej tlen.

Staś. A ja także miałem racyę, mówiąc, że ona bierze się z żelaza.

Ciocia. A tak, bo jest w niej żelazo.

Ewunia. Nareszcie dowiedzieliśmy się sekretu! Rozumiem teraz jednak, że nie można wiedzieć, czem jest rdza, nie wiedząc, czem jest powietrze. Och mój Boże, już ciocia idzie!

Staś. Niech nam ciocia powie, co będzie na przyszły czwartek. Czy będą nowe jakie figle? Pasyami lubię, jak ciocia stuczki nam pokazuje.

Ciocia. Jeszczeście się nie dowiedzieli wszystkiego o tlenie. Dużo jeszcze ciekawych rzeczy możnaby o nim opowiedzieć. Nawet o rdzy wszystkiego nie wiecie!

Staś. Jeszcze o tlenie! jeszcze o rdzy! Ciekawym, co jeszcze może być nowego?

Ciocia. Dowiecie się w przyszły czwartek.

WIECZÓR TRZECI.

Priestley i Scheele, odkrywcy tlenu. Lavoisier. Ozon. Tlenki metaliczne.

Adaś. Rozmyślałem sobie nad tem, co o tlenie mogłaby nam jeszcze ciocia powiedzieć? Pokazywała nam go ciocia, paliła w nim siarkę i drewienko tlejące, wiemy, że wygląda jak powietrze, że pali, że strasznie jest zawzięty i że azot go wstrzymuje od zburzenia całego świata. Nie wiem, coby to można jeszcze się dowiedzieć o tym gazie?

Staś. Mnie się zdaje, że nam ciocia opowie o jakiemś nowem doświadczeniu, może o czemś, co wymyślił Lavoisier, ten, co tlen odkrył.

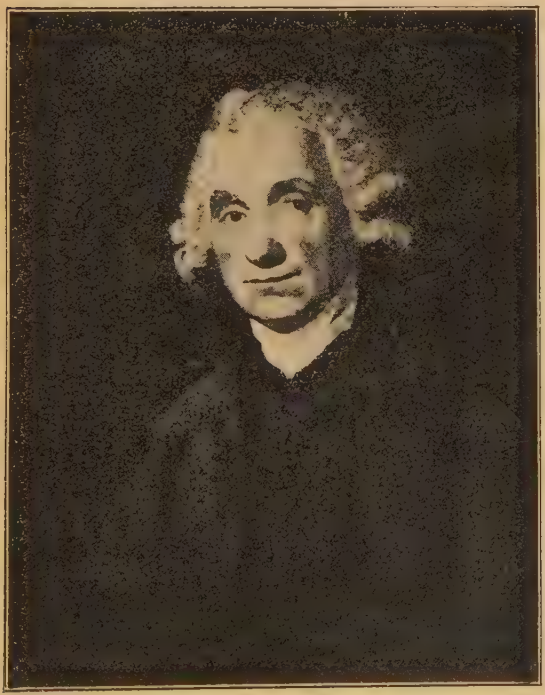
Ciocia. Tlen nie został bynajmniej odkryty przez Lavoisiera. Lavoisier jedynie zbadał pierwszy dokładnie, że powietrze składa się z tlenu i azotu, i że ciała, paląc się, wybierają tlen z powietrza, przez co stają się cięższemi.

Ewunia. Któż więc odkrył pierwszy tlen?

Ciocia. Odkryli go prawie jednocześnie dwaj uczeni: *Priestley* w Anglii i *Scheele* w Szwecyi. Zdaje się nawet, że Scheele wyprzedził Priestleya, choć rękopism jego wydrukowany został w rok dopiero po ogłoszeniu odkrycia Priestleya. Winien temu podobno księgarz, który przetrzymał lat parę pismo Scheelego u siebie, zanim je wydrukował. Opowiem wam najprzód o Priestleyu z tego jedynie powodu, że prace jego nad tlenem zostały wpierw ogłoszone, a bynajmniej nie dlatego, aby zasługa jego była większa.

Józef Priestley urodził się 1733 r., w Fieldhead, w Anglii. Ojciec jego był fabrykantem sukna i człowiekiem wcale nie zamożnym. Miał lat sześć, gdy matka jego umarła, poczem na wychowanie wzięła go ciotka, która bardzo kochała małego siostrzeńca. Posyłała go do szkół, a w 1752 r. umieściła w Daventry, w akademii, gdzie przygotowywał się do stanu duchownego. Tam zapoznał się z językami i naukami. W kilka lat po ukończeniu akademii otworzył szkołę i odznaczył się jako kaznodzieja. Był on zawsze bardzo ubogi; zdobył się jednak na kupno kilku książek, które wielce go zachęciły do zapoznania się głębszego z nauką. To też wkrótce wyjechał do Warringtonu, gdzie zajmował się kształceniem innych, a także literaturą i naukami przyrodniczemi. Ostatecznie osiedlił się jako pastor w Leeds. Dom, który zajmował, sąsia-

dował z browarem. Okoliczność ta wpłynęła podobno na zwrócenie uwagi jego na gazy: w browarach bowiem wydzielają się gazy podczas wy-



Rys. 10. Józef Priestley.

rabiania napojów. Zaczął tedy badać gazy, a badania te okryły sławą jego imię.

Przez sześć lat był pastorem w Leeds, a jednocześnie nie zaniedbywał prac naukowych. Potem hrabia Shelburne mianował go swym bibliotekarzem i wziął go ze sobą w podróż po Europie. W tym właśnie czasie ogłosił on swe doświadczenia nad powietrzem. Po kilku latach wrócił napowrót do zajęć duchownych; rozdzielił wówczas swój czas na prace naukowe i na zajęcia, odpowiadające jego stanowi. Priestley bardzo często nie zgadzał się w wielu zapatrywaniach z ogółem, to też sporo miał nieprzyjaciół, ludzie bowiem nie bardzo rozwinięci umysłowo (a tych jest wiele) nadzwyczaj nie lubią, gdy ktoś odstępuje od zasad pospolicie uznawanych. Było to zapewne powodem, że podczas rozruchów, które miały miejsce w 1791 r. spalono jego dom, a Priestley pod cudzem nazwiskiem musiał uciekać do Londynu. Zapatrywania Priestleya mało kogo dziś rażą, ale w owym czasie były czemś zupełnie nowem i nieprzyjętem. Tem jednak Priestley nie zrażał się wcale, i nie dbając o to, że ściągnie na swą głowę niejedną burzę, nie taił bynajmniej swych sympatyi. Koledzy trzymali się od niego zdaleka. We Francyi, przeciwnie, ceniono go bardzo, mianowano obywatelem rzeczypospolitej francuskiej i członkiem zgromadzenia prawodawczego. W kilka lat potem opuścił Anglię i osiedlił się w Ameryce, w Northumberlandzie, niedaleko Filadelfii, i tu umarł 1804 r.

Adaś. Bardzo żałuję Priestleya, że ostatnie lata spędził zdala od kraju i umarł na obczyźnie. Podoba mi się w nim bardzo odwaga, z jaką wypowiadał to, co myśli, choć wszystkim prawie to się nie podobało.

Ciocia. Jest to bardzo wielka zaleta,— ale tacy ludzie zawsze srodze cierpieć muszą. Nie trzeba się jednak obawiać cierpień, które uszlachetniają. Postępując według swej myśli, człowiek jest szczęśliwy, bo czuje, że jest w zgodzie ze swem sumieniem.

Staś. Jakim sposobem, proszę cioci, ten anglik odkrył tlen? Czy do jego czasu nie wiedziano wcale, że istnieje gaz taki? Mnie się teraz zdaje taką rzeczą naturalną, że tlen jest w powietrzu! Dziwię się, żem dawniej o tem nie wiedział.

Ciocia. A tak niedawno jeszcze dziwiłeś się, że powietrze można rozdzielić na dwoje! Do czasu Priestleya nie wiedziano wcale o tem, że jest jakiś tlen, i wogóle gazów nie znano prawie wcale. Priestley miał zwyczaj robić sobie dla zabawki różne próby: jedne ciała grzał bardzo silnie, inne rozpuszczał, inne ze sobą mieszał, — czyli robił nad niemi przeróżne doświadczenia. Często nie miał nawet żadnej w tem głębszej myśli, nie chodziło mu wcale o to, żeby sprawdzić coś, co przypuszczał, że musi być, tak jak robił Lavoisier,—oto poprostu próbował, czy mu

się uda co nowego zauważyć, doświadczał, oczekując ciekawie, co z tego będzie.

Staś. Doskonale! to mi się najbardziej podoba, i ja także będę tak robił: pomieszam rozmaite rzeczy, będę grzał i czekał, co z tego nowego wyniknie.

Ciocia. Tylko, że ty, kochanku, nie znasz jeszcze własności tych ciał, które chcesz mieszać i ogrzewać. Niebezpieczne byłoby to bardzo! Mógłbyś naprzykład natrafić na ciała, które wystrzeliłyby wybuchem, poparzyłbyś się a nawet mogłoby ci urwać kawałeczek noska! Priestley zaś posiadał wiele nauki i znał dobrze ciała, nad któremi doświadczał. Pierwszego sierpnia 1774 r. Priestley zaczął ogrzewać za pomocą promieni słonecznych, które skupiał za pomocą szkła wypukłego zwanego soczewką, ten właśnie dobrze nam znany proszek czerwony, używany już przez Lavoisiera. Proszek ten wypuścił ze siebie gaz jakiś. Wiemy już, że to był tlen, ale w owym czasie nikt o tem nie wiedział. Priestley zebrał ten gaz i zbadał go. Przekonał się, że nie jest on powietrzem, bo wszystko lepiej się w nim pali, niż w powietrzu, a mysz, jedna i druga, wprowadzona pod słoik, po półgodzinnej bytności w tym gazie żyła i nic nie ucierpiała na zdrowiu. Doszedł do przekonania, że nowy ten gaz jest cztery lub pięć razy lepszy do oddychania, niż samo powietrze. „Nie zdziwicie się zapewne — powiada Priestley— że przekonawszy

się, jak w nowym gazie mysz doskonale żyć może, zapragnąłem sam osobiście przekonać się, jaki wpływ wywiera on na człowieka. Zbliżyłem więc usta do wielkiej bani napełnionej tlenem i odetchnąłem nim. Nie odczułem nic szczególniejszego, ale zdawało mi się, że łatwiej mi było potem oddychać przez czas jakiś zwykłem powietrzem. Dotychczas dwie tylko myszy i ja oddychaliśmy tym gazem.“ Priestley więc odkrył tlen i zbadał najważniejsze jego własności. Ale nie umiał z odkrycia tego wysnuć szerszego jakiegoś wniosku, — był on nawet w pewnym stopniu nieprzyjacielem przypuszczeń, w czem naturalnie nie miał racyi o tyle, o ile przypuszczenia opieramy na czemś spostrzeżonem i dowiedzionem czyli na fakcie. Wiadomo wam, że uczony ten był pastorem i że tylko wolne chwile poświęcał nauce. To też zabierał się do niej nieco po amatorsku, czyli jak człowiek, oddający się czemuś z zamiłowania, ale nie będący fachowcem. Był on bardzo zdolny i szczęśliwy w doświadczeniach, ale nie miał tego szerokiego umysłu, co Lavoisier, który wykrył obecność tegoż samego tlenu w powietrzu i poznawszy jego własności, orzekł, że ciała palące się lub ogrzewane wybierają go z powietrza, że łączą się z nim, przez co zyskują na wadze. Otóż widzicie, jaka głęboka różnica tkwi pomiędzy umysłem Priestleya a Lavoisiera: Priestley czynił znakomite doświadczenia, robił odkrycia, groma-

dził cenny materyał naukowy, lecz dalej się nie posuwał, i przypisywał sam nawet swe odkrycia przypadkowi,—Lavoisier zaś na mocy tegoż materyału objaśnił to, co Priestley spostrzegł a nie umiał wytłomaczyć. Dobrze jest zauważyć, jak Priestley, że świeca lepiej się pali w tlenie, niż w powietrzu, ale stokroć piękniej objaśnić, dlaczego się tak dzieje, jak uczynił Lavoisier. Ten ostatni doświadczał zawsze według dobrze obmyślonego planu, i nic nie zawdzięczał przypadkowi, tylko wielkiej swej zdolności myślenia. Priestley nie chciał nawet zgodzić się z Lavoisierem i przyznać mu racyi. Widzicie, że nawet ludzie uczeni i zacni bywają nieraz zaślepieni. Priestley aż do końca życia uznawał, że podczas palenia się ciał coś z nich wychodzi, coś z nich wyfruwa razem z płomieniem, a nie chciał za nic przyznać, że łączą się one z tlenem i że muszą przez to stawać się cięższe. Był on nawet tak zawzięty, że ostatnią pracę swą przed śmiercią poświęcił obronie starych przekonań, i skierował ją przeciw Lavoisierowi.

Staś. A to był niegodziwy i uparty!

Ciocia. Nie czynił tego wcale przez niegodziwość. Wiemy skądinąd, że był to człowiek niepospolitej szlachetności i dowiódł całem swem życiem, że potrafi ostro się trzymać przy swych przekonaniach, choćby miał płynąć przeciw ogólnemu prądowi i choćby znieść miał wiele z tego powodu przykrości. Priestley nie pojmował po-

prostu dobrze tego, co Lavoisier dowodził, jakkolwiek ten ostatni skorzystał z jego odkryć! Mówią nawet, że Priestley, podróżując po Europie, a będąc w Paryżu, obiadował raz u Lavoisiera (1774 r.) i opowiadał podczas obiadu o tem, w jaki sposób wydobył z czerwonego proszku gaz, świetnie podtrzymujący palenie i życie. Lavoisier naturalnie bardzo się tem zaciekawił i zaraz potem powtórzył to doświadczenie. Wiecie jednak, że na niem nie poprzestał.

Adaś. Zdaje mi się, proszę cioci, że to nie pięknie skorzystać w taki sposób z cudzej pracy. To tak wygląda, jakby przywłaszczyć sobie coś cudzego.

Ciocia. Bardzo się mylisz, Adasiu. Lavoisier był wielce uczciwym człowiekiem i bynajmniej nie przywłaszczył sobie odkrycia Priestleya, zapoznał się z niem tylko, powtórzył, — a że nasunęło mu ono wiele pięknych i szerokich myśli, których nie miał jego poprzednik, to w tem właśnie tkwi jego zasługa. Trzeba być geniuszem, aby mieć takie przebłyski myśli, i grzechem byłoby je w sobie ukryć, a nie objawić światu. Zresztą obowiązkiem tego, co tak umiał dojrzeć prawdę, jest prawdę ogłosić, bronić ją i starać się wszelkiemi siłami, aby się utrzymała. Innym od Priestleya był umysł Scheelego, tego Szweda, który jednocześnie prawie z nim odkrył tlen. Bardzo to sympatyczna postać, i radabym, abyście się z nią bliżej zapoznali.

Adaś. Ciekawym, na czem polega ta różnica?

Ciocia. Karol Wilhelm Scheele był przedewszystkiem prawdziwym uczonym i cały czas swój, całe swe życie poświęcił nauce. Wpłynęło to naturalnie na jego zapatrywania. Urodził się on 1742 r., w Stralsundzie, gdzie ojciec jego był kupcem. Rodzinę miał liczną, gdyż był on siódmym z grona jedenastu dzieci państwa Scheele. Po skończeniu gimnazyum, rodzice oddali go do aptekarza na praktykę. Miał on wówczas czternaście dopiero lat. Zajęcie w aptece wpłynęło może na jego przyszłość: zastał tam bowiem ładną bibliotekę, gdzie mnóstwo było książek naukowych, przytem przyrządzając lekarstwa, zapoznał się z różnemi ciałami, a właściciel apteki dokładał starań, żeby go kształcić. Scheele z takim zapałem wziął się do nauki, że aptekarz miał nawet pewne obawy, czy tak wielka praca nie zaszkodzi młodziutkiemu jego uczniowi.

Gdy miał lat 23, sprzedano aptekę, w której tyle chwil szczęśliwych przepędził nad nauką. Wówczas zgodził się on do innego aptekarza. Nowy jego pryncypał zwrócił uwagę na niezwykłe jego zdolności. Opowiadał on, że Scheele miał zwyczaj krytykować wszystko, co czytał, to jest zastanawiał się nad słusznością tego, co czytał, i mawiał często: „To jest możliwe“ — lub: „To jest fałszywe“ — albo wreszcie: „Zbadam to bliżej.“ Scheele miał podobno niezwykłą pamięć

Rys. 11. Karol Wilhelm Scheele.

i nigdy nie zapomniał raz przeczytanych rzeczy, gdy takowe odnosiły się do ulubionej jego nauki. W kilka lat potem zamieszkał w Sztokholmie. Tam poczynił wiele odkryć. Zachęcony powodzeniem naukowem, przeniósł się do Upsali, w którem to mieście był podówczas największy uniwersytet szwedzki. Tu wykazał się w całej pełni jego wielki umysł naukowy: odkrył w owym czasie tlen i inne jeszcze ciało proste, zwane chlorem. Akademia nauk w Szwecyi mianowała go swym członkiem, co było wielkim zaszczytem. W parę lat potem dostał posadę dyrektora apteki w Köpingu i tam spędził resztę swego zasłużonego żywota, pomimo nalegań współziomków, którzy go namawiali do zajęcia stanowiska bardziej popłatnego i świetniejszego. Scheele bowiem był człowiekiem nadzwyczaj skromnym, uczynnym, dobrym i niezwykle pozbawionym próżności i egoizmu. Inny pragnąłby błyszczeć, pożądałby zaszczytów i wysokiego stanowiska, ale on, jako prawdziwy uczony, wolał w ciszy i spokoju, zdala od świata i hołdów, pracować nad ukochaną nauką, poświęcić się jej zupełnie. Jest to bardzo piękny rys jego charakteru. Obawiał się tylko jednej rzeczy, tego mianowicie, aby ktoś nie wyprzedził go w odkryciach. Obawy jego spełniły się jednak, gdyż, jak już wam mówiłam, rękopism jego został przytrzymany przez wydawcę i Priestleyowi przyznano niesłusznie pierwszeństwo w odkryciu tlenu.

Scheele umarł nagle w 1786 r. Miał wówczas zaledwie 43 lat. Powiadają, że nadmierna praca podkopała jego zdrowie i przyczyniła się do tak przedwczesnej śmierci. I za życia i po śmierci miał on sławę jednego z największych uczonych współczesnych, posiadał bowiem nietylko wiele wiadomości, ale był niezwykle uzdolniony do przeprowadzania doświadczeń i obdarzony wielką potęgą myśli.

Powiedziałam przed chwilą, że Scheele porobił wiele odkryć, — ale że my zajmujemy się tutaj specyalnie dziejami tlenu, więc roztrząsać będziemy, na czem polegają zasługi Scheelego na tem jedynie polu. Scheele badał powietrze, „ową materyę niewidoczną, jak powiada, którą oddychamy bezustannie, która otacza dokoła ziemię, a jest ciężka i elastyczna.“ Otóż poddając powietrze różnym doświadczeniom, przekonał się, że to ono dozwala ciałom płonąć: bez powietrza ciała gasną. Podtrzymuje ono życie i palenie. Scheele doszedł nawet do przekonania, że powietrze musi się składać przynajmniej z dwóch gazów, a na dowód tego przytacza, że niektóre ciała, jak np. wątroba siarczana...

Staś. Wątroba siarczana! A to co nowego? Czyż naprawdę siarka ma wątrobę?

Ciocia. Nie, kochanku. W owym czasie wiele ciał nazywano dziwacznie: wszystkie gazy zwano powietrzem i tylko dla odróżnienia jeden gaz nazywano powietrzem śmiertelnem, bo

żyć w nim nie można było, inny powietrzem palnem, bo się palił i t. p. Dziś nazwy są zupełnie inne i wątrobę siarczaną zowiemy teraz inaczej.

Adaś. Nie przerywaj lepiej, Stasiu. Tobie zawsze w głowie jakieś żarciki, a mnie tak bardzo zajmuje historya Scheelego, że pragnąłbym słuchać i słuchać. Cóż więc robi wątroba siarczana?

Ciocia. Nic znów złego Staś nie uczynił, bo pewno nie rozumiał, czem może być ciało, co się tak śmiesznie nazywa. Otóż wątroba siarczana jest ciałem stałem, dużo w sobie zawierającem siarki, a Scheele zauważył, że szczelnie zamknięta, np. pod słojem szklanym wstawionym w miskę z wodą, wyciąga część powietrza a resztę zostawia. Wygląda to zatem, jakby ona wybierała jeden jakiś gaz z powietrza, a drugi, dla siebie nieprzydatny, pozostawiała. Dziś wiemy, że wchłania ona w siebie tlen, a zostawia azot. Scheele naturalnie o tem nic nie wiedział, ale przypuszczał, że skoro tak jest, to powietrze nie jest gazem jednolitym, pierwiastkiem, jak dotąd mniemano, ale składać się musi z dwóch gazów. Scheele zatem umiał korzystać z doświadczeń i wyciągał z nich wnioski, dochodził do myśli szerszej i ogólniejszej: *przypuszczał*, a to skłaniało go znów do doświadczeń, pragnął bowiem sprawdzić, czy przypuszczenia jego są słuszne. Zaczął więc poszukiwać innych ciał,

któreby tak samo, jak owa wątroba siarczana, wybierały jedną część powietrza, a drugą zostawiały. Ciał takich znalazł wiele. Takiemi się okazały oleje schnące, olej terpentynowy, opiłki żelazne skropione wodą i wiele innych. Scheele zapragnął wówczas zbadać tę część powietrza, co się pozostawała, tę, której nie wchłonęły powyższe ciała, będącą, jak wiemy dzisiaj, azotem. „Ta część powietrza—powiada on—we wszystkich doświadczeniach bez wyjątku odznacza się tem, że świeca nie może się w niej palić: nie dozwala ona najdrobniejszej iskrze zabłysnąć.“ Scheele zatem prowadził doświadczenia z pewną powziętą z góry myślą, z pewnym planem, czyli, jak mówimy, z metodą. Nie doświadczał na chybi trafi, jak Priestley, lecz sprawdzać chciał swe przypuszczenia i swe wnioski, jak Lavoisier. W powietrzu—myślał sobie—ciała się palą. Jeżeli jednak trzymać w niem będziemy niektóre takie materye, jak owa wątroba siarczana, wówczas wyciągną one z powietrza coś tak niezbędnego do palenia się ciał, że w powietrzu pozostałem nic palić się nie chce. To coś musi być gazem rozpostartym dokoła nas w powietrzu, sprzyjającym paleniu. „Trzeba koniecznie—myślał sobie—wydobyć go z ciał, które go wessały, i tym sposobem zapoznać się nim.“ Zaczął więc próbować, czy uda mu się gaz ten wydobyć. Próbował na różne strony, aż wreszcie znalazł cały szereg ciał, które przez ogrzanie, to znów za pomocą

innych sposobów, wypuszczały ze siebie gaz, w którym wszystko, co może płonąć w powietrzu, pali się jeszcze lepiej. Między temi ciałami był także i ów czerwony proszek znany nam dobrze, który służył Priestleyowi i Lavoisierowi. Tym sposobem Scheele odkrył tlen i zbadał jego własności. Powiem wam nawet, że wpuszczał on pszczoły pod dzwon z tlenem, że sam oddychał tym gazem i tym sposobem przeświadczył się, że doskonale służy on zwierzętom i człowiekowi.

Adaś. Nie rozumiem w takim razie, dlaczego przypisuje ciocia tak wielkie zasługi Lavoisierowi, skoro wszystko przed nim zbadał już Scheele.

Ciocia. Scheele był współczesny Lavoisierowi, pracowali oni jednocześnie nad nauką,— a ponieważ w XVII stuleciu nie było ani telegrafów, ani telefonów, ani kolei, jak dzisiaj, więc dwaj uczeni mogli w różnych krajach pracować nad tym samym przedmiotem, ledwo wiedząc o sobie. Przytem Scheele objaśniał zupełnie fałszywie palenie się ciał. Dziwnem się nam wydaje, że nie doszedł do tych wyników, co Lavoisier, bo doświadczenia wprost mu mówiły, że ciała, paląc się w powietrzu, łączą się z tlenem. Ale Scheelemu nie przyszło to wcale na myśl i wciąż trzymał się dawnych przekonań, według których podczas palenia coś ucieka z ciał razem z płomieniem. Lavoisier pierwszy ośmielił się obalić dawne twierdzenia i uczynił

to nawet przed odkryciem tlenu. Zobaczycie wreszcie w dalszym ciągu naszych pogadanek, że Lavoisier wiele jeszcze ważnych odkryć poczynił w nauce.

Rys. 12. Antoni August Lavoisier.

Antoni August Lavoisier urodził się 1743 r. Ojciec jego był zamożnym kupcem paryskim i nie szczędził kosztów i starań, aby jak najlepiej wychować syna. Był on więc pod tym wzglę-

dem uprzywilejowany, gdyż nie brakowało mu nigdy ani książek, ani przyrządów, ani nauczycieli. Lavoisier odznaczał się od młodu wielkim zapałem do nauki, oddzielił się od świata i jego uciech i cały pogrążył się w badaniach naukowych. Bywał jedynie u swych profesorów i u niektórych uczonych. Mając 21 lat otrzymał złoty medal od akademii nauk w Paryżu. Akademia podała w owym czasie za temat do zbadania, jakim jest najlepszy sposób oświetlenia Paryża? Lavoisier zamknął się w swoim pokoju, kazał go wykleić tapetami czarnemi, nie wychodził z niego przeszło przez sześć tygodni i nie oglądał przez ten czas innego światła prócz lamp, które poddawał doświadczeniu. Za te właśnie studya dostał złoty medal. Mając lat 25 został członkiem tejże akademii. Lavoisier odznaczał się wielkiemi zaletami charakteru, wielką dobrocią i uczynnością. Pasmo jego żywota zostało raptownie przerwane w Maju 1794 r. w chwili, gdy był zajęty wielkiej doniosłości badaniami naukowemi.

Staś. Najciekawsze ze wszystkiego są doświadczenia. Najbardziej mi się podoba Priestley, co tak na wszystkie strony sobie doświadczał dla przyjemności i basta!

Adaś. Mnie zachwyca najbardziej Lavoisier, że taki był przenikliwy.

Ewunia. A mnie najwięcej ujął Scheele, że wielki uczony i taki skromny.

Ciocia. Każdemu co innego się podoba. Moglibyśmy skończyć na tem historyę o tlenie, choć wiele jeszcze można o nim opowiadać. Nie byłoby wprost końca tym opowiadaniom.

Adaś. Niech nam ciocia jeszcze co o nim powie! Zdaje się nam ciągle, że to już wszystko, co o nim ludzie wiedzą, a pokazuje się, że wiele jest jeszcze do powiedzenia.

Ciocia. Poznaliście dopiero historyę tlenu wolnego, tego, co w powietrzu buja sobie swobodnie zmieszany z azotem i innemi ciałami. Ale jest jeszcze tlen związany, to jest w związkach, uwięziony w kamieniach, skałach, wodzie, w różnych gazach.

Staś. Pewno będzie teraz historya tego tlenu uwięzionego. Ciekawym, czy on siedzi w różnych tych ciałach przyczajony cichutko, czy też wyprawia przeróżne awanturki i figle, które tak lubi płatać?

Ciocia. Tlen zawarty w minerałach nie jest wolny, ale w związkach. Związki zaś stanowczo się różnią od pierwiastków, z których się składają, więc nie znać po nich wcale, że zawierają ciało tak energiczne, jak tlen.

Adaś. Czy dużo jest związków tlenu?

Ciocia. Niepomierna ilość! Obliczono ilość tlenu wolnego, rozpostartego w atmosferze, to jest w całej tej warstwie powietrza, grubej na 15 — 16 mil, otaczającej dokoła naszą ziemię. Według tych obliczeń, tlenu w atmosferze jest

1,200 bilionów ton, czyli 72,000 bilionów pudów. Prawda, że ilość ta wydaje się olbrzymią? Stanowi ona jednak drobną cząstkę tlenu w związkach. W skorupie ziemskiej aż do 10 mil w głąb znajduje się 6,000 razy tyle tlenu, co w atmosferze, — dość, że tlen stanowi podobno połowę wagi skorupy ziemskiej.

Staś. Coś straszliwego, przeraźliwego! i pomyśleć, że to gaz taką może mieć okropną wagę!

Adaś. Z czem jednak, proszę cioci, tlen łączy się najchętniej? Jakie to są ciała?

Ciocia. Zapoznamy się z niemi po kolei. Zobaczycie, że zastęp ich jest wielki. Tlen lubi bardzo łączyć się z metalami, a więc z żelazem, miedzią, ołowiem, cynkiem i t. p. Nie narusza tylko metali szlachetnych, a więc złota, srebra, platyny. Jest jednak pewna odmiana tlenu...

Staś. Więc bywają różne gatunki tlenu? Myślałem, że tlen jest zawsze jeden i ten sam.

Ciocia. Przed burzą, gdy powietrze jest duszne i przesycone jakby elektrycznością, która, jak wiecie zapewne, powoduje błyskawice i pioruny, część tlenu gęstnieje i zamienia się w gaz zwany *ozonem*, którego niewielka ilość unosi się w powietrzu. Ozon ten jest poprostu tlenem zgęszczonym i można go sztucznie z tlenu urobić za pomocą elektryczności. Z trzech kwart tlenu otrzymamy dwie kwarty ozonu. Jest

to gaz błękitny, ma zapach duszący, przypominający zapach, co się roznosi dokoła, gdzie pioruny biją. Otóż ozon jest jeszcze energiczniejszy od tlenu i wżera się nawet w metale szlachetne, na które zwykły tlen nie działa.

Staś. Bardzo mię zaciekawia ów ozon. Ma on w sobie coś tajemniczego, pokrewnego z piorunem.

Ewunia. Zapewne widać go w powietrzu, ponieważ jest błękitny?

Ciocia. Nie, moje dziecko, nie widać go, bo znajduje się w powietrzu w drobnej tylko bardzo ilości, tak, że barwa jego niknie. Tajemniczym nie jest on również, gdyż zbadano, w jaki powstaje sposób, i sztucznie go dziś wyrabiają z tlenu.

Adaś. Zapewne tlen mocno ścisną, aż zgęstnieje na ozon. Czytałem, że od silnego ściśnięcia gazy się zgęszczają.

Ciocia. Masz racyę, gdy mówisz, że się wówczas zgęszczają, gdy je ścisnąć. To też, jeśli zamkniesz tlen w mocnej rurze metalowej i będziesz wpychał tłok coraz głębiej w rurę, to tlenu zrobi się w rurze malutko, zgęstnieje on, ale nie zamieni ci się w ozon. Będziesz miał zgęszczony tlen i tyle. Ozonu tym sposobem nie otrzymasz.

Adaś. Przed chwilą mówiła ciocia, że ozon jest zgęszczonym tlenem...

Ciocia. Tak jest, ale pod wpływem elektryczności; trzeba tu, widzisz, wprowadzić koniecznie elektryczność, która powoduje, że w powietrzu przed burzą tlen zamienia się sam w ozon, choć nic go nie ściska, choć przestrzeni ma dość dokoła. Tlen ściśnięty pozostaje tlenem. Mógłbyś go ściskać nie wiem jak długo, a w ozon ci się nie przekształci. Jedna elektryczność może tego dokonać, i to, jeśli jej użyć w pewien określony sposób. Ozon jest zatem jakby naelektryzowanym tlenem. Pali on daleko jeszcze silniej od tlenu. Dość, że niszczy złoto, srebro i platynę.

Ewunia. A tlen niszczy wszystkie metale, prócz tych trzech. W jaki sposób on je niszczy, ciociu?

Staś. Musi je jakoś zmieniać.

Adaś. Tak jak niszczy żelazo, zamieniając je na rdzę, która jest krucha, brunatna i zupełnie do żelaza niepodobna.

Ciocia. Nieinaczej. Tlen łączy się z metalami i wytwarza z nimi związki. Raz łączy się z nimi gwałtownie i spala je chyżo. Są bowiem metale, które można zapalić w powietrzu i które świetnie płoną; nawet żelazo, ogrzane do białego żaru zapala się i płonie, rozrzucając dokoła przepyszne iskry. Kiedyindziej tlen powolutku wżera się w metale, czyli je *utlenia.* Tak powstaje rdza i wiele innych *tlenków me-*

talicznych. Tem mianem bowiem zowiemy związki metali z tlenem, — ale o nich dowiecie się w przyszły czwartek.

Adaś. Jeszcze jedno, zanim ciocia pójdzie! Czerwony proszek, co służył do doświadczeń Lavoisierowi, Priestleyowi, Scheelemu i nam także, jest zapewne tlenkiem metalicznym, bo składa się z rtęci i tlenu, a rtęć jest metalem.

Ciocia. Doskonale! Jest to tlenek rtęci, i tak będziemy teraz nazywali ów proszek, co tak ważną odegrał rolę w dziejach powietrza. Jak widzicie, nazwa „tlenek rtęci“ oznacza coś, co składa się z rtęci i tlenu.

Staś. Bardzo łatwo zapamiętać taką nazwę. Nie tak jak z wątrobą siarczaną, choć pocieszna to nazwa.

Ewunia. I mnie będzie także przyjemniej zamiast: „proszek czerwony, składający się z rtęci i tlenu“ — powiedzieć poprostu: tlenek rtęci.

Staś. A rdza, co jest także tlenkiem metalicznym, jakże się nazywa?

Adaś. Zapewne tlenkiem żelaza, bo jest w niej tlen i żelazo.

Ciocia. Swietnie! Widzę, że rozumiecie i bardzo się z tego cieszę.

Staś. Wiesz co, Ewuniu, zagramy sobie w tlenki.

Ewunia. Cóż to za nowa gra?

Staś. Ty będziesz sobie jakimś pięknym błyszczącym metalem, a ja tlenem. Wpadnę na ciebie i będę utleniał.

Ewunia. To już lepiej bądź ty metalem, a ja tlenem.

Ciocia. Widzę, Stasiu, że nie zupełnie mię rozumiesz. Zdaje ci się, że tlen ma rolę czynną, a metal jest bierny, że tlen wpada na metal i niszczy go, metal zaś daje ze sobą zrobić, co się tlenowi podoba. Mylisz się w tem bardzo. Jeżeli tlen utlenia metale, to metale niezmiernie pragną połączyć się z tlenem. Jest to sympatya zobopólna. Możnaby powiedzieć, że metale tak są chciwe tlenu, że wybierają go z powietrza, że wchłaniają go i przez to niszczą się, zamieniając na nowe ciała, wcale do metali niepodobne. Byłoby to równie niesłusznem, jak twierdzenie Stasia. Najsłuszniej więc będzie, gdy powiemy, że tlen i metale mają duże względem siebie *powinowactwo chemiczne*, czyli dążność do wzajemnego łączenia się ze sobą. Zastanówcie się nad tem dobrze, a zrozumiecie, że metale są równie czynne, jak tlen.

Adaś. Czy powie nam ciocia co jeszcze o tlenkach metalicznych?

Ciocia. Na przyszły czwartek, miłe dzieci; dziś już późno i w główce pomieszałoby się wam od zbyt długiego słuchania.

Dzieci. Do widzenia, kochana ciociu, do widzenia!

Staś. Żebyż to choć ciocia parę doświadczeń nam pokazała w przyszły czwartek, bo dziś nie było ani jednego.

Ciocia. Będą doświadczenia i do tego bardzo ładne.

Staś. Co za szczęście!

WIECZOR CZWARTY.

Tlenki metaliczne. Magnezya. Biel cynkowa. Glejta i minia. Korund i glinka. Sztuczne rubiny. Analiza i synteza Żelaziak i ruda magnetyczna. Braunstein. Tlenek potasu. Wapno palone. Wodany.

— „Rozmaite mam tu dla was niespodzianki!“—zawołała ciocia, wchodząc otoczona dziatwą do pokoju, w którym zwykle odbywały się pogawędki czwartkowe. Dzieci z ciekawością otworzyły koszyczek, w którym znajdowała się spora ilość przeróżnych paczek. Były tam próbki niektórych metali i jakieś proszki kolorowe, trzy flaszeczki, zawierające jakieś nieznane materye, kilka epruwetek i mały słoiczek żelazny, nazwany przez ciocię *tygielkiem*. Staś nie posiadał się z radości, klaskał w ręce, skakał, porwał nawet Ewunię i zakręcił nią tak, że ledwie nie upadła. Adaś zaś oglądał przyniesione przedmioty i próbował odgadnąć, czem są.

„Mamy tutaj—rzekła ciocia—kilka próbek metali. Jest tu kawałeczek żelaza, miedzi, cynku i ołowiu. W tej flaszeczce mamy trochę rtęci: przyniosłam ją, abyście przyjrzeć się mogli zblizka dziwnemu temu metalowi. Jest to jedyny metal ciekły. Patrzcie, jak można go przelewać, jak błyszczy, jaki srebrzysty, a jaki ciężki!"

Staś. Prawda, tak ciężki, jak kamień!

Ciocia. Większość metali odznacza się znacznym ciężarem. Tu zaś mam rozmaite proszki kolorowe. Są to tlenki metaliczne. Ten biały proszek leciutki jest magnezyą.

Ewunia. W magnezyi tak lekkiej jest więc metal?

Ciocia. Metal ten zowiemy magnezem; jest on biały i lżejszy od wielu innych metali. Patrzcie: mam tutaj nieduży kawałeczek tasiemki magnezowej.

Staś. Tasiemka z metalu!

Ciocia. Metale dają się jedne łatwiej, drugie trudniej, wyklepywać na blaszki, bardzo nieraz cienkie. Ze złota otrzymać można listki tak cienkie, że przepuszczają światło nieco zielonkawe. Srebro można również wykuwać na cieniutkie blaszki, przeświecające niebiesko. Żelazo zaś i inne metale wyciągają na cienkie druty, a magnezowi nadają często postać taśmy. Taśmę taką można zapalić tak łatwo, jak taśmę papierową.

Staś. Niech ją ciocia zapali, moja złota, kochana ciociu! Takbym rad zobaczyć, jak to metale się palą.

Ciocia. Owszem, w tym nawet celu ją tu przyniosłam. Ustąpcie się jednak nieco, drogie dzieci, gdyż lepiej być zawsze zdala od ognia. Biorę tasiemkę magnezową szczypcami i zbliżam do płomienia lampki spirytusowej.

Rys. 13. Ach! jakie światło przeraźliwe!

Adaś. Ach! jakie światło przeraźliwe!

Ewunia. I takie białe, olśniewające!

Staś. Wspaniałe! Oczy aż się same przymykają.

Ciocia. Światła tego używają nieraz fotografowie. Można przy niem robić zdjęcia fotograficzne, tak jak przy świetle słonecznem.

Staś. Nawet wieczorem, albo w nocy?

Ciocia. Nawet w nocy. Magnes zatem płonie bardzo wspaniale i łatwo się zapala. Łączy się wówczas z tlenem. Nie wiem, czyście spostrzegli, że z tasiemki płonącej posypał się biały proszek, leciutki? Jest to właśnie tlenek magnezu, ten sam, którego próbkę oglądaliście przed chwilą. Tu zaś mam blaszkę cynku.

Ewunia. Czy to także metal?

Ciocia. Niemaczej. Nie znajduje się on odosobniony w przyrodzie, tak jak i magnez. Innemi słowy, nie znajdujemy ani magnezu ani cynku czystego w łonie ziemi, ale tylko w związkach. Ponieważ jednak znane są sposoby wydobywania metali z ich związków, przeto przyjrzeć się możemy tej oto blaszce cynku.

Ewunia. Szary i brzydki!

Ciocia. Ale ślicznie płonie, choć trudniej się zapala od magnezu.

Staś. Może znów będzie doświadczenie! Co za szczęście!

Ciocia. Mam tu trochę opiłek cynkowych, cynku bowiem można dostać i w blaszkach i w opiłkach, kładę je w słoiczek żelazny, który zowiemy tygielkiem, ogrzewam nad lampką, trzymając szczypcami. Skoro się rozpali do czerwoności...

W tej chwili cynk zajął się ogniem niebieskawym, nie tak jednak olśniewającym, jak magnez, a ciocia, przechyliwszy tygielek, wlała kil-

ka kropel ognistej cieczy do zimnej wody, stojącej w miednicy, gdzie zakrzepły.

„Patrzcie, patrzcie! — zawołała raptownie Ewunia—coś lata po pokoju, jakby płatki śniegu lub waty.“

Staś. Jak motyle białe.

Rys. 14. Wlała kilka kropel ognistej cieczy.

Adaś. Jak puch wełniany.

Ciocia Zajrzycie do tygielka: zostało w nim niemało tego puchu, dawniej zwanego wełną filozoficzną. Dziś nazywają go skromnie tlenkiem cynku lub bielą cynkową, gdyż służy do robienia farby białej.

Staś. Zrobiłbym sobie trochę tej wełny, ale nie wiem skąd dostać cynku?

Ciocia. Tego nie powinieneś sam robić, nawet gdybyś miał cynk, o który zresztą nie trudno. Dachy pokrywają blachą cynkową, robią rynny z takiej blachy.

Adaś. Dlaczego, ciociu, żelazem nie pokrywają dachów i nie robią z niego rynien? Byłoby to może mocniejsze jeszcze.

Ciocia. Bo żelazo, kochanku, rdzewieje w powietrzu na wylot. Bardzo jest chropowate, a tlen wciąż się wciska między jej grudki i sięga coraz głębiej i głębiej. Cynk zaś rdzewieje wprawdzie także na powietrzu, ale rdza cynkowa pokrywa metal warstwą jednostajną, jak lakierem, i nie dozwala tlenowi przeniknąć głębiej. Dlatego też blaszka cynkowa na dachu może pordzewieć, ale tylko po wierzchu, a wewnątrz zostanie metal czysty. Rdza zaś zjada całkiem żelazo, tak, że ono kruszeje i rozsypuje się.

Ewunia. Co to za proszek różowy, taki ładny?

Ciocia. Jest to również tlenek, — tlenek ołowiu.

Staś. Ołów jest brzydki i szary, a jego tlenek byłby różowy, trochę żółtawy?

Ciocia. Jak wygląda ołów, o tem wszyscy wiecie, wiele bowiem mieliście przedmiotów ołowianych: chociażby te koniki, które ustawia-

liście w wojsko, będąc małemi dziećmi. Były one ołowiane.

Staś. Można je było wyginać i łamać.

Ciocia. A tak, bo ołów jest miękki, nawet pisać można ołowiem, jakby ołówkiem... Stały zaś dobrze na stole, bo ołów jest ciężkim metalem. Przyniosłam tu małą plombę ołowianą: spróbuj, Stasiu, jak doskonale pisze. Nie dobra to jednak zabawka, gdyż ołowiem można się zatruć. Wydobywają go zwykle ze związków zwanych rudami; rudy zaś są skałami, metal zawierającemi i przeto używanemi do wytapiania metali. Ołów jednak trafia się w przyrodzie czasami w stanie czystym, czyli, jak mówimy, *w stanie rodzimym.* Jeśli go przetopimy i będziemy trzymali na ogniu w otwartym tyglu, wówczas zacznie się zamieniać stopniowo na ten żółtoczerwony proszek, zwany *glejtą.* Jest to tlenek ołowiu. Ale glejta nie jest jeszcze syta tlenu. Ogrzewana, łączy się z nim jeszcze i wówczas zamienia się na ten oto drugi proszek pięknej barwy czerwonej, zwany *minią* i używany do robienia farb czerwonych

Ciekawy bardzo do poznania jest tlenek glinu.

Adaś. Wiem, jak glin wygląda, bo mamusia ma na swojem biurku kałamarz glinowy. Jest on jakby srebrny i bardzo lekki.

Ewunia. Mama mówiła, że to taki metal, który nie rdzewieje.

Ciocia. A tak, glin zbliża się z tego powodu do metali szlachetnych; nie jest on chciwy tlenu i nie wybiera go z powietrza. Jest to rzecz bardzo ważna, która przyczyniła się do rozpowszechnienia glinu i zastosowania go do przeróżnych użytków. Wyrabiają z niego tysiące przedmiotów.

Ewunia. To może wcale nie istnieją tlenki glinowe?

Ciocia. I owszem. Można glin spalić w tlenie,—a co ważniejsza, w przyrodzie spotykamy minerały, będące czystym tlenkiem glinowym. Są one raz bezkształtne, czyli nie obdarzone żadnym kształtem właściwym, to znów przezroczyste i krysztaliczne. Ale, ale, czy wiecie czem jest kryształ?

Ewunia. To jak cukier lodowaty.

Adaś. Kryształy mają pewien określony kształt, są np. sześcianami, ośmiościanami.

Ciocia. Tak jest, minerały przybierają niekiedy kształt bardzo regularny i wówczas tworzą kryształy. Jest to bardzo piękne i ciekawe. Kiedyindziej opowiem wam obszerniej o nich. Dziś zaznaczę tylko, że tlenek glinu bywa często krysztaliczny. Gdy jest zupełnie czysty, wówczas jest bezbarwny, wygląda jak szkło i zowie się *korundem*. Jest on tak twardy, że drobne kryształki jego używane są do polerowania. Niekiedy jednak korund występuje w rozmaitych barwach, i wówczas zowiemy te odmiany *ru-*

binem, szafirem, wschodnim topazem i ametystem wschodnim.

Ewunia. Więc błękitny szafir, który mama mi podarowała w pierścionku, jest tlenkiem glinu. Podobno jednak malutki ten kamyczek jest bardzo drogi.

Ciocia. Korund i jego odmiany są drogimi kamieniami. Są one drogie, gdyż są rzadkie, mają śliczne barwy, piękny blask, bardzo są twarde i trwałe.

Adaś. Tego tylko nie rozumiem, jakim sposobem jedno i to samo ciało może być raz bezbarwne jak korund, a kiedyindziej czerwone jak rubin, niebieskie jak szafir, żółte jak topaz, lub fioletowe jak ametyst.

Ciocia. Zależy to od rozmaitych drobnych domieszek, które wkradły się do kryształu. Jedynie bezbarwny i przezroczysty korund jest tlenkiem glinu zupełnie czystym. Tamte zaś kryształy zawierają odrobiny ciał innych, które je zabarwiły. Pyłek jakiś wystarcza nieraz do zabarwienia.

Staś. Uczeni umieją tyle dziwów dokazać, dlaczego jednak nie zrobią drogich kamieni z glinu, tlenu i tych domieszek. Byłoby to najprzód bardzo ciekawe, a następnie uczony taki zrobiłby się odrazu bogaczem, mógłby robić sobie wiele zechce szafirów, najpyszniejszych rubinów i ametystów. Stałby się odrazu jednym z takich magów, o których piszą w bajkach, że

mają olbrzymie skrzynie, pełne drogocennych klejnotów, i choć ciągle z nich czerpią, to jednak skrzynie się nie wypróżniają, że mieszkają w pałacach kryształowych i tak dalej i tak dalej.

Ciocia. Uczeni próbowali już robić sztuczne rubiny i szafiry. Cały szereg znakomitych badaczów francuskich zaszczytnie odznaczył się na tem polu. Cóż jednak z tego, kiedy kryształy przez nich otrzymane były takie drobne, że nie przedstawiały wartości. Dopiero uczony francuski Frémy otrzymał przed kilkunastu laty rubiny tak duże, że niczem nie ustępowały naturalnym.

Staś. Jakże on robił, moja ciociu? Jak będę wiedział, to sobie może także sfabrykuję kiedyś te kamyczki. Podaruję je Ewuni, niech sobie ma! Będą z tego broszki, bransoletki, pierścionki, kolczyki!

Ciocia. Za naczynie służył Frémyemu ot taki tygielek, ale kamienny. W takim to słoiku zrobił on rubiny. Jakiego zaś materyału używał? Wziął prostą glinkę, czyli tlenek glinu bezkształtny, to jest nie ścięty w kryształy, a obficie znajdowany w przyrodzie. Chodziło więc o to, aby glince nadać kształt kryształów i zabarwić. W tym celu Frémy przetapiał glinkę w tyglu, dodawał odrobinę minii, to jest tlenku ołowiu, który oglądaliście przed chwilą. Gdy masa przestygła, wówczas wewnątrz tygla znajdował zawsze drobne kryształki czerwone,

będące rubinami. Piękniejsze kryształy, gdyż większe, otrzymywał, przetapiając w olbrzymich tyglach glinkę z innemi ciałami barwiącemi, np. z ciałem zwanem chromianem potasu, i ogrzewając masę do bardzo wysokiej temperatury, gdyż do 1500°. Widzisz więc, Stasiu, że nie tak to łatwo fabrykować rubiny, gdyż silnego do tego trzeba ognia. Jeśli pojedziecie kiedyś do Paryża, to zwiedzając muzeum nauk przyrodniczych, zobaczycie całą tacę rubinów sztucznych otrzymanych przez Frémyego.

Ewunia. Musiał Frémy stać się bardzo bogatym, skoro tak drogocenne kamienie wyrabiał po prostu z glinki, co nic nie kosztuje.

Ciocia. Zmudna to i długa robota! A otrzymanie dużych i pięknych rubinów nie zawsze się udaje. Muszę wam również wspomnieć, że rodak nasz, Morozewicz, znalazł także sposób robienia sztucznych korundów, to jest otrzymywania bezbarwnych kryształów glinki. Co najpiękniejszego nauka czyni, to chyba to, że wciąż odsłania jedną po drugiej tajemnice przyrody. Przyroda jest niema. Nie objawia nam ani składu swych ciał, ani sposobu, w jaki powstały. Mimo to uczeni poznali do dna materyę, z której składają się ciała nas otaczające, rozrywają je, rozkładają na pierwiastki, rozpruwają do ostatka. Gdy zaś nie trzeba, to sztucznie urabiają ciała, bardzo nieraz złożone, czyli je syntezują. Rozkładanie ciał na pierwiastki zowie-

my *rozbiorem* lub *analizą;* wytwarzanie zaś sztuczne ciał złożonych zowiemy *syntezą.* Frémy dokonał więc syntezy rubinu, a Morozewicz korundu. Podpatrzyli oni do pewnego stopnia to, co się dzieje w przyrodzie samo przez się, po cichutku, i powtórzyli to w swych pracowniach. Z tego zaś, co zrobili sztucznie w tyglach, wnosimy, że i w przyrodzie dziać się musiało podobnie, a więc, że kiedyś glinka była zapewne przetopiona i pomieszana z odrobiną barwnika czerwonego, a zastygając powoli, ścięła się w kryształy rubinu. W podobny sposób powstały na świecie szafiry, topazy i ametysty wschodnie, a więc różne odmiany najpiękniejszego tlenku, jaki istnieje, czyli tlenku glinowego.

Adaś. Piękny to on jest, ale czy jest on równie pożytecznym?

Ciocia. Nie jest on najpożyteczniejszym tlenkiem, służy bowiem głównie do ozdoby. Wiele zaś tlenków stanowi znakomite rudy, z których wydobywają metale i z tego powodu bardzo są pożyteczne. Takim jest np. tlenek żelaza, występujący bardzo obficie w przyrodzie, tworząc rudy zwane *żelaziakami.* W naszym kraju rudy żelazne są pospolite, szczególnie w gubernii Piotrkowskiej i Radomskiej. Tam nieraz zobaczyć można wielkie piece, w których wytapiają żelazo z rud. W Królestwie Polskiem wydobywają rok rocznie ogromną ilość rudy żelaznej, z której wytapiają około 20,000 milionów pudów czy-

stego żelaza. Są rozmaite rodzaje żelaziaków, zależnie od tego czy zawierają w sobie mniej lub więcej tlenu. Najpospospolitszy jest *żelaziak czerwony*, gdyż leży w wielu okolicach całymi pokładami. Jest on błyszczący i rysuje papier na czerwono. Służy zaś nietylko do wytapiania żelaza, ale robią z niego ołówki i farby czerwone.

Jest także jedna ruda żelazna zwana *magnetyczną*, gdyż stanowi naturalny magnes, przyciągający żelazo, tak jak prawdziwy magnes (będący żelazem), który widzieliście zapewne nieraz.

Staś. A u nas, proszę cioci, czy wykopują tę rudę?

Ciocia. Niema jej w naszym kraju. Najwięcej jest jej w Szwecyi i w górach Uralskich. Z tlenku tego wytapiają żelazo w bardzo dobrym gatunku, gdyż niezmiernie czyste.

Ten zaś proszek czarny, zwany *braunsteinem*, jest tlenkiem metalu manganu, i to tak zasobnym w tlen, że zowią go *dwutlenkiem*. Łatwo nawet wydziela on ze siebie tlen, gdyż przez silne ogrzanie wypuszcza już gaz ten ze siebie.

Adaś. Moja ciociu, jakim sposobem tlenek żelaza może być raz żelaziakiem, kiedyindziej zaś rudą magnetyczną? Nie rozumiem, jak może być, aby to samo ciało zmieniało swe własności.

Ciocia. Dwie te rudy nie są bynajmniej tem samem ciałem. Są one związkami żelaza

i tlenu. Ale widzisz, kochanku, raz tlenu przyłącza się mniej, drugi raz więcej, i to stanowi różnicę. Taki dwutlenek magnezu ma akuratnie dwa razy więcej tlenu, niż tlenek. Żelazo w rozmaity sposób łączyć się może z tlenem. I tak: 56 funtów żelaza może wchłonąć 16 funtów tlenu i powstanie *tlenek żelaza.* Kiedyindziej 112 funtów żelaza wchłonie 48 funtów tlenu i powstanie *tlenek żelaza*, który znajduje się w żelaziaku i w rudzie. Z liczb tych widać, że drugi zasobniejszy jest w tlen od pierwszego. Nie dość na tem, 168 funtów żelazą może się połączyć z 64 funtami tlenu, co odpowiada *tlenkowi magnetycznemu*, znajdującemu się w rudzie magnetycznej; wreszcie jest i taki tlenek, który na każde 56 funtów żelaza zawiera 48 funtów tlenu. Rozmaitość jest zatem wielka. Czerwony proszek, który nazwałam tlenkiem rtęci, nazywa się właściwie tlenkiem rtęciowym, a tlenek żelaza znajduje się w rdzy. Różnice te nie są jednak tak dla nas ważne, abym wymagała ścisłego odgraniczenia między temi związkami. Dość, że są to związki metali z tlenem czyli tlenki. To nam wystarcza zupełnie. Widzicie jednak, że jest wielka rozmaitość tlenków.

Ewunia. I wygląd mają rozmaity. Niektóre są czerwone, inne różowe, białe—ale nie błyszczą tak, jak metale.

Ciocia. Nie mają blasku, ale, jak Ewunia zauważyła, często są barwne i służą nawet do wyrobu farb.

Staś. Przepraszam bardzo ciocię, że przerywam, ale dawno już patrzę sobie na jedną rzecz, która mię zaciekawia i spokoju mi nie daje, tak że nie mogę już dłużej wytrzymać. Co to siedzi w wodzie, zamknięte w tej flaszce, którą ciocia przyniosła?

Ciocia. Oj! nie w wodzie! Jest to metal zwany potasem, tak strasznie chciwy tlenu, że trzeba go chować przed powietrzem, gdyż inaczej w jednej chwili rdzewieje. W wodzie jednak nie można go trzymać. A wiecie dlaczego? Oto dlatego, że woda, która wszystko gasi, zapala ten metal.

Staś. Póki nie zobaczę, póty nie uwierzę! Chyba ciocia nam to pokaże!

Ewunia. Cobym dała, żeby to zobaczyć!

Adaś. Ale dlaczego się tak dzieje? Wszak palenie się ciał w powietrzu jest łączeniem się ich z tlenem, więc nie rozumiem, jak woda może zapalać?

Ciocia. Nie mogę wam dziś jeszcze objaśnić całego tego zjawiska, bo nie wiecie, czem jest woda. Wspomniałam wam jednak, że w wodzie znajduje się uwięziony tlen. Otóż, jeśli rzucimy na wodę kawałek potasu, to metal ten odbierze tlen wodzie, gdyż jest niezmiernie chciwy

tlenu i wszędzie, gdzie się da, to go łapie, chwyta i z nim się łączy. Łączy się zaś tak gwałtownie, tak się rozgrzewa, że się aż zapala. Płomień będzie czerwonawo-fioletowy. Zaraz przyjrzycie się potasowi zblizka. Wydobywam szczypcami ze słoiczka mały kawałeczek potasu, wycieram starannie o bibułę, przekrawam go na dwoje—a teraz patrzcie, jaki on jest błyszczący na powierzchni świeżo przekrajanej...

Ewunia. Zupełnie srebrny.

Staś. Metal miękki, jak wosk! Można go krajać scyzorykiem. Jest to szczególny jakiś metal, bo niepodobny ani do żelaza, ani do miedzi, ani do ołowiu.

Ciocia. Ołów jest bardzo ciężki, a potas bardzo lekki, gdyż pływa po wodzie, co dowodzi naturalnie, że jest od wody lżejszy.

Adaś. Bardzo mię zaciekawia ten potas. Miękki i lekki i chciwy strasznie tlenu.

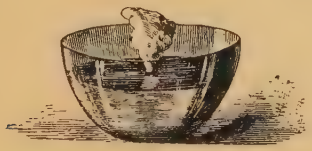
Ciocia. A teraz, dzieci, odstąpcie i stańcie zdala, bo doświadczenie, które wam pokażę, nie jest zupełnie bezpieczne. Wlewam do tej dużej miski trochę wody i stawiam ją na podłodze, abyście i zdaleka mogły widzieć, co się w niej dzieje. Stasiu! proszę bardzo nie zbliżać się zbytecznie, — stań koło Adasia i Ewuni. A teraz baczność: wrzucam malutki kawałeczek potasu na wodę, a sama do was uciekam. Patrzcie!

Potas rzucony istotnie się zapalił i płonął ślicznym płomieniem fioletowym, pływając po

powierzchni wody i kręcąc się, aż rozprysnął się na okruchy i zjawisko zniknęło. Ewunia zachwycała się barwą płomienia, a Adaś i Staś podbiegli czemprędzej, aby zobaczyć, co się zostało z potasu. Daremnie jednak szukali—nic nie znaleźli.

Adaś. Pewnie tlenek potasowy ulotnił się, bo zniknął.

Ciocia. Otóż nie, tlenek potasu nie ulotnił się, ale rozpuścił w wodzie, więc pozornie nic z niego nie zostało. Możemy się jednak prze-



Rys. 15. Potas palił się, pływając po wodzie.

konać, że woda bardzo się zmieniła. Spróbujcie jej trochę; weźcie parę kropel do buzi, ale ostrożnie, żeby nie połknąć, i zaraz wypluńcie. Ewunia niech lepiej nie kosztuje, bo to niesmaczne. A co? Jakże wam, chłopcy, smakuje?

Adaś. Okropnie niedobre, jakieś mdłe.

Staś. Kosztowałem kiedyś wody z mydłem i właśnie miała smak taki.

Ciocia. Prawda! Woda z mydłem ma smak podobny. Smak taki zowiemy *ługowym.* Nie zapominajcie jednak, że to tlenek potasu rozpu-

szczony w wodzie tak smakuje. Jak jednak myślicie: czy to dobrze kosztować rozmaitych ciał?

Adaś. Możnaby się kiedy otruć!

Staś. Albo przynajmniej zachorować!

Ewunia. Jabym się brzydziła brać wszystko do ust.

Ciocia. A tak. To też ludzie obmyślili sobie sposób taki, że choć nie kosztują, to jednak wiedzą, jak co smakuje.

Ewunia. Jakim sposobem?

Staś. Nie kosztować, a wiedzieć jaki smak co ma?

Adaś. Nie zdziwiłbym się wcale, gdyby uczeni sobie na to sposób wymyślili.

Ciocia. Patrzcie: mam tu papierek różowy, wygląda po prostu jak bibułka; wkładam go do tej wody, w której potas płonął, i widzicie, co się z nim zrobiło?

Adaś i *Ewunia.* Zrobił się niebieski!

Ciocia. Wiele razy taki papierek różowy umoczę w cieczy, która ma smak ługowy, tyle razy mi zbłękitnieje. Nie potrzebuję zatem kosztować, bo papierek ten kosztuje za mnie i zmianą barwy daje mi znać, jak mu to smakuje. Ot patrzcie! Taki sam papierek maczam w zwyczajnej wodzie, co stoi w karafce. Zmienił się czy nie?

Staś. Nic a nic. Został różowy, jakim był przedtem.

Ciocia. Bo zwykła woda nie ma smaku ługowego. Rozpuszczę w niej teraz kawałeczek zwykłego mydła do prania... A co! Teraz papierek zbłękitniał. Od szarego mydła zbłękitniałby jeszcze silniej. Zostawię wam kawałek tej bibułki różowej, abyście się sami przekonali, czy popiół ma smak ługowy. Weźmiecie sobie trochę popiołu, wsypiecie do szklanki, nalejecie nań wody, zamieszacie łyżeczką, potem zaczekacie, aby męty osiadły na dnie. Wówczas umoczycie w tej wodzie ów czerwony papierek i powiecie mi na przyszły czwartek, czy zmienił barwę.

Staś. Doskonale! doskonale! Gdyby mi ciocia podarowała większy kawałeczek tej bibułki, to wypróbowywałbym nią różne ciecze! Dopierobym miał uciechę!

Adaś. Co to jest, ciociu, naprawdę ta bibułka tajemnicza?

Ciocia. Jest to zwyczajna bibuła, napojona farbą, wydobywaną z pewnych porostów. Farba ta zowie się *lakmusem*, a papierek taki zowiemy papierkiem lakmusowym. Nic w tem niema cudownego: zmienia ona po prostu barwę różową na niebieską pod wpływem ciał obdarzonych smakiem ługowym. Ludzie skorzystali z tej własności i używają tej farby, zamiast własnego języka, co jest i bezpieczniej i wygodniej.

Staś. Żebym wiedział, gdzie rosną te porosty, tobym sobie latem nazbierał ich, wycią-

gnąłbym z nich farbę i dopierobym wszystkiego kosztował.

Ciocia. Zanim to uskutecznisz, podaruję ci ten cały arkusz bibułki lakmusowej. Niewinna to zabawka. Tylko zapamiętaj sobie, co wpłynie na zmianę jej barwy.

Adaś. Ciekawym, czy dużo ciał takich się znajdzie.

Ciocia. Sporo. Znacie zapewne wszyscy wapno palone, ową materyę białą lub szarą, piekącą, ziemistą, nie mającą kształtu właściwego, czyli bezkształtną. Nie wiecie jednak jeszcze, że jest to tlenek wapnia czyli, że jest to związek tlenu z metalem zwanym wapniem.

Staś. Może ciocia ma kawałeczek tego metalu na pokaz?

Ciocia. Nie, moje dziecko. Wapń nie napotyka się w przyrodzie jako metal, ale związki jego są bardzo liczne. Potas tak samo istnieje tylko w związkach. Uczeni dobrali sobie sposoby wydobywania i wapnia i potasu z minerałów, zawierających te metale, dotychczas jednak wapń czysty jest rzadkością. Wapno zaś palone, o którem wspomniałam, jest tanie, bo kamienie, z których się wypala, zwane wapniakami, są bardzo pospolite. Wapno polane, czyli tlenek wapnia, zachowuje się dość dziwnie, gdy oblać je wodą. Może widzieliście kiedy, jak wapno gaszą czyli lasują?

Staś. Widzieliśmy, gdy stawiali oficynę przy naszym domu. Nałożyli w dół wapna, piasku, leli wodę i mieszali, a z tego wszystkiego szła para.

Ciocia. A tak; para powstaje stąd, że wapno, oblane wodą, rozgrzewa się tak mocno, że woda wre. Cała masa się pieni, syczy, rośnie, wprost kipi, i dzieje się tak póty, póki wapno nie zgasi się zupełnie, czyli dopóki nie nasyci się wodą. Gdybyśmy wzięli trochę wapna gaszonego, czyli nasyconego wodą, rozpuścili w wodzie, przecedzili męty, wówczas otrzymalibyśmy wodę wapienną, ot tę, którą mam w tej butelce. Widzicie, że jest ona przejrzysta, klarowna, że wygląda jak woda zwyczajna. Ale papierek lakmusowy pokaże nam, że nie jest ona zwykłą wodą. Patrzcie, jak zbłękitniał!

Adaś. Trochę wapna nadaje zatem wodzie smak ługowy.

Ciocia. Nieinaczej.

Staś. Ale na co, proszę cioci, mularze gaszą wapno do budowania kamienic?

Ciocia. Wapno gaszone doskonale się miesza z wodą, a źle w niej rozpuszcza, przeto rozrabiają je z wodą i piaskiem na ciasto, zwane zaprawą mularską, którą przekładają cegły. Zaprawa ta powoli twardnieje i mocno ze sobą spaja cegły. Ale wracajmy lepiej do naszych tlenków.

Adaś. Więc wapno gaszone jest także tlenkiem?

Ciocia. Wapno palone jest tlenkiem, a skoro je zgasisz, to masz ciało nowe, z nowemi własnościami. Tak samo tlenek potasu rozpuszczony w wodzie przestaje być tlenkiem: coś się tu tworzy nowego. Gdy gasisz wapno palone, masa tak strasznie się rozgrzewa, że kipi, tlenek potasu, rozpuszczając się w wodzie, rozgrzewa się również. Nie mamy więc tu przed sobą zwykłego rozpuszczania, takiego, co ciał nie zmienia. Rozpuszczę np. sól w wodzie, to ona się nie zmieni, nada smak słony wodzie, a jeśli będziemy wodę gotowali tak długo, aż wyparuje, wówczas na dnie naczynia znajdziemy sól, taką samą, jak przedtem była, niczem nie zmienioną. Podobnie cukier, ani się zagrzewa, ani zmienia, rozpuszczając w wodzie. Tlenki zaś inaczej w niej się rozpuszczają: zagrzewają się, łączą się z wodą i tworzą z nią nowe ciała, czyli nowe związki, odznaczające się wszystkie smakiem ługowym. Zowiemy je *wodanami*, gdyż tworzą się, gdy tlenki metaliczne łączą się z wodą. Tlenki metaliczne bardzo łatwo zamieniają się w wodany. Wystarcza nieraz, aby tlenek leżał na powietrzu wilgotnem. To też rdza nie jest bynajmniej samym tylko tlenkiem żelaza, gdyż tlenek ten wyciąga parę wodną z powietrza i częściowo zamienia się w wodan. Rdza przeto jest mieszaniną tlenku i wodanu że-

laza. Zarówno jak ołów i cynk, żelazo nie rdzewieje w powietrzu suchem, ale w wilgoci pokrywa się szybko chropowatą i rudą powłoką rdzy. Podkowa, którą znaleźliście, leżała zatem w wilgoci i skutkiem tego tak bardzo zardzewiała. W rdzy są nawet inne jeszcze ciała, tak, że nie wiecie jeszcze dokładnie, czem ona jest.

Staś. No, no, ktoby się spodziewał, że w rdzy tyle rzeczy siedzi! Co to jednak za nowe ciała, proszę cioci, które w niej się znajdują?

Ciocia. Opowiem wam kiedyś i o tem. Żeby jednak to zrozumieć, trzeba dowiedzieć się bliżej o niektórych wodanach, a także zapoznać się z węglem...

Ewunia. Węgiel i rdza... Tego już nie rozumiem!

Adaś. A pamiętasz, Ewuniu, jakeśmy pojąć nie mogli z początku, co ma powietrze do podkowy? Okazuje się, że rdza jest czemś daleko bardziej złożonem, niż myśleliśmy.

Dzieci otoczyły ciocię, która, pozawijawszy wszystkie próbki, oddała je Adasiowi na przechowanie, zalecając mu ostrożność i prosząc, aby rzeczy te zamknął w szafie i zachował do następnych pogadanek.

Staś schował do swej szufladki papierek lakmusowy, obiecując sobie wiele z nim wypróbować ciał do przyszłego czwartku.

WIECZÓR PIĄTY.

Wodany i alkalia. Potas i soda żrąca. Wapno. Amoniak. Wodany miedzi, żelaza, glinu i niklu. Działanie gorąca na wodany. Działanie amoniaku i kwasów.

Wesoły gwar napełniał pokoik, w którym ciocia, otoczona dziatwą, słuchała jej opowiadania. Tak jest, tym razem ciocia słuchała, a dzieci opowiadały. Głos Stasia zagłuszał inne głosy; z właściwem sobie ożywieniem chłopczyk mówił:

— „Doprawdy, ciociu, wszystko, co mogłem znaleźć w domu, rozpuszczałem i próbowałem papierkiem lakmusowym. Próbowałem mydła zwykłego i szarego: oba niebieszczą różową bibułkę. Popiół zmienia także jej barwę. Ale ani cukier, ani sól, ani sól Bertholeta nie czynią tego."

Ewunia. Ja próbowałam magnezyę. Nie rozpuszcza się ona w wodzie, ale gdy dłużej w niej poleży, to woda niebieści bibułkę różową.

Ciocia. Magnezya bardzo mało rozpuszcza się w wodzie, tak, że pozornie tego nie widać, ale zawsze odrobina magnezyi niknie w wodzie. Mała ta ilość wystarcza, aby nadać wodzie smak nieco ługowy.

— Ja zaś—mówił Adaś—znalazłem jeszcze jedno ciało, które bardzo silnie zmienia kolor bibułki lakmusowej. Tatuś ma amoniak. Prosiłem, żeby mi dał spróbować, jaki smak ma amoniak. Tatuś zrozumiał z początku, że chciałbym wziąć go w usta i nie pozwolił na to. Gdy mu objaśniłem jednak, że próbować będę papierkiem lakmusowym, wówczas bardzo chętnie się zgodził, mówiąc: „Nie będziesz potrzebował nawet zamoczyć bibułki w amoniaku. Potrzymaj ją tylko u wylotu szyjki, a zobaczysz."—Moja ciociu, tatuś miał słuszność! Nie potrzebowałem maczać, bo bibułka, gdy ją potrzymałem nad amoniakiem, stała się szafirowa. Takie to było dla mnie dziwne, żem prosił Stasia o kawałeczek bibułki, bo moją całą zużyłem, zawołaliśmy jeszcze Ewunię i powtórzyłem to przed niemi. Udało się nam doskonale. Staś tak się ucieszył, że zaczął fikać kozły z radości, a tatuś śmiał się z nas i bardzo był zadowolony.

Staś. Wytłomaczyłem sobie to w taki sposób: papierek lakmusowy pozostaje zapewne w bardzo silnem powinowactwie z amoniakiem i przyciąga go do siebie; amoniak po cichutku wychodzi sobie z buteleczki i łączy się z bibułką. Ale tatuś

tak się śmiał ze mnie, gdym mu to powiedział, że się zawstydziłem.

Adaś. Tatuś wytłomaczył nam, że amoniak jest ciałem lotnem, że łatwo wyfruwa z wody, w której jest rozpuszczony, a pary jego niebieszczą bibułkę lakmusową.

Ciocia. Nieinaczej; amoniak jest gazem, doskonale rozpuszczającym się w wodzie, bardzo jednak łatwo wyfruwa z wody i dlatego z butelki, zawierającej wodę taką, amoniak wylatuje, skoro ją otworzyć. Amoniak zaś jako gaz swobodny zarówno jak i rozpuszczony w wodzie ma smak ługowy i niebieści bibułkę lakmusową czerwoną. Zdziwicie się jednak, gdy wam powiem, że amoniak gazowy nie jest wodanem.

Adaś. Mogą więc być ciała, które mają smak ługowy, choć nie są wodanami?

Ciocia. Wszystkie wodany posiadają taki smak. Nie znaczy to jednak, aby żadne już inne ciała nie mogły mieć tej samej własności. Takiem ciałem jest amoniak gazowy, takiemi ciała ługowe zawarte w popiele. Otóż wszystkie wogóle ciała o smaku ługowym zowiemy *alkaliami* lub *ciałami alkalicznemi.* A zatem i wodany i amoniak i materye ługowe, nadające gryzący smak popiołowi — wszystkie są takiemi ciałami alkalicznemi. Amoniak jednak, gdy się rozpuści w wodzie, wówczas zamienia się na prawdziwy wodan, a wody jest straszliwie chciwy. Wyobraźcie sobie, że w jednej kwar-

cie wody można rozpuścić przeszło 1,000 kwart amoniaku! Woda jednak taka wypuszcza wciąż amoniak ze siebie i dlatego zniebieścił on bibułkę lakmusową, gdyś ją, Adasiu, potrzymał u wylotu buteleczki.

Ewunia. Jakże jednak, proszę cioci, można mówić, że tak jest na pewno, skoro par amoniaku nie widać, bośmy ich nie widzieli.

Ciocia. Sposobem bardzo prostym ludzie dowiedzieli się o tem. Powąchaj, proszę cię, Ewuniu, jak też pachnie amoniak. Przyniosłam wam dziś właśnie trochę amoniaku we flaszeczce, nic wiedząc, że macie go w domu. Wąchaj, ale zdaleka i ostrożnie...

Ewunia ostrożnie zbliżyła nosek do buteleczki, zaciekawiona zapachem, którego jeszcze nie znała. Staś zaś i Adaś założyli się tymczasem, czy siostrzyczka kichnie, czy nie kichnie. Staś dowodził naturalnie, że kichnie, Adaś zaś był przeciwnego zdania. Ewunia nie kichnęła, bo zachowała się bardzo ostrożnie, tylko skrzywiła się okrutnie.

— „Jaki mocny i szczypiący zapach!—zawołała—jaki nieprzyjemny!“

Staś. Znam go dobrze, bo podczas doświadczenia z papierkiem lakmusowym u tatusia zbliżyłem się do buteleczki, choć tatuś ostrzegał, i tak straszliwie zakręciło mi w nosie, aż mi łzy stanęły i kichnąłem raz i drugi z wielkim hałasem.

Adaś. A co tatuś na to? Pamiętasz?

Ewunia. Dobrze ci tak —powiedział —kiedyś nieposłuszny.

Ciocia. Radzę ci, Stasiu, nie powtarzać tego więcej, bo to wcale nie zdrowo.

Ewunia. Wiem już i ja teraz, jak amoniak pachnie. Nie objaśniło mnie to jednak wcale, że te pary amoniaku farbują na niebiesko bibułkę lakmusową.

Ciocia. Tylko w stanie gazu lub pary ciała dają nam wrażenie zapachu.

Ewunia. Przecież kwiaty są ciałami stałemi, a pachną.

Ciocia. W delikatnych kielichach kwiatowych znajdują się ciała wonne. Mogą one być stałe lub ciekłe, wszystko nam jedno; skoro jednak pachną, to muszą z nich uchodzić wciąż pary lub gazy, rozpraszające się na wszystkie strony, roznosząc zapach ze sobą. Skoro trochę tego wonnego gazu wśliźnie się do twego noska, to otrzymasz wrażenie zapachu. Inaczej nic czuć nie będziesz. Jeśli otworzysz buteleczkę z perfumami i zostawisz ją otwartą, to pokój napełni się zapachem. Tak samo i z amoniaku rozpuszczonego w wodzie uchodzi gaz amoniak i jego to zdaleka już czujesz, on to również niebieści papier lakmusowy, trzymany zdaleka od buteleczki.

Ewunia. Więc ma smak ługowy, taki sam jak wapno gaszone.

Ciocia. I potaż żrący.

Adaś. Nie wiemy nic jeszcze o potażu.

Ciocia. Owszem. Potaż żrący czyli wodan potasu jest właściwie tem ciałem, które nadaje smak wodzie, po której pływał potas metaliczny. Kosztowaliście tej wody, znacie więc smak potażu. Gdybyśmy tę wodę zaczęli powoli gotować i gotowali na małym ogniu, tak, aby zupełnie wyparowała, to na dnie garnka pozostałby mały kawałek potażu gryzącego.

Staś. Dlaczego tak brzydko się nazywa? Wszak nie ma zębów i nie może gryźć na prawdę.

Ciocia. Nie ma wprawdzie zębów, a mocno gryzie. To znaczy, że wżera się w skórę, że ją niszczy i pali. Wszystkie alkalia są gryzące, jedne mniej, drugie więcej. Najbardziej gryzące są wodany. Jeśli weźmiesz w palce kawałeczek potasu, lub zamoczysz rękę w wodan amonowy, to palce, to ręka twoja staną się gładkie, jakby czemś ślizkiem posmarowane. A wiecie dlaczego? Oto potaż lub amoniak zgryzły ci naskórek, wypolerowały ci skórę tak, że stała się gładziutką, jak atłas. Wygryzą one wszelki brud, wypolerują i wybielą, ale jednocześnie strasznie zniszczą ci rękę.

Ewunia. Tak zatem, jak soda używana w praniu, od której również palce robią się gładziutkie i wszystko puszcza brud ze siebie.

Ciocia. Soda działa podobnie, choć nie należy do ciał, o których mówię, nie jest wodanem. Zupełnie jednak podobnie do potażu żrącego zachowuje się soda żrąca. Istnieje ważna różnica między sodą do prania a sodą żrącą. Soda do prania nie jest wodanem, a soda żrąca jest wodanem sodu. Sod jest metalem bardzo podobnym do potasu: miękki i błyszczący na powierzchni świeżo przeciętej, lekki, niezmiernie chciwy tlenu. Przechowujemy go nie w wodzie, ani na powietrzu, ale w nafcie, w której niema ani odrobiny tlenu. Z potasem czynimy tak samo, a mały kawałeczek potasu, który wam przyniosłam zeszłego czwartku, zamknięty był w małej buteleczce, pełnej nafty, a nie wody, jak sądził Staś. Istnieje zatem wodan potasu czyli potaż żrący, istnieje również wodan sodu czyli soda żrąca. Mają one własności bardzo do siebie podobne. Sprzedają je w małych laseczkach, i taką właśnie laseczkę potażu żrącego przyniosłam wam w tym słoiczku na pokaz. Trzymam ją w zamknięciu, bo rozpływa się na powietrzu.

Staś. W czem-że może się ona rozpłynąć, proszę cioci, kiedy w powietrzu jest tlen, azot, argon...

Ciocia. Dokończ, dokończ, i co jeszcze?

Staś. A prawda, para wodna.

Ciocia. Potaż jest bardzo chciwy wody

i wybiera parę wodną z powietrza, wypija ją powoli i rozpływa się. Gdybym zostawiła tę laseczkę w słoiku otwartym, to po pewnym czasie stopniałaby, straciła kształt, a potem rozpłynęłaby się zupełnie. Wyjmę ją jednak, abyście zobaczyć mogli, jak niebieści papier lakmusowy różowy. Pozwolę wam nawet umoczyć paluszek w gryzącem tem ciele, z waruukiem, abyście zaraz potem dobrze go wymyli i wytarli.

Ciocia rozpuściła mały kawałeczek potażu w wodzie i umoczyła w niej czerwony papier lakmusowy. Papier stał się odrazu szafirowy. Adaś, Staś i Ewunia, próbowali na własnej skórze gryzących własności potażu. Nie czuli wprawdzie gryzienia, gdyż ciocia pozwoliła im tylko na małą chwilkę zanurzyć palce w potażu, zauważyli jednak, że palce zrobiły się im ślizkie, poczem natychmiast je wymyli w wodzie czystej.

Staś. Ja tam nie czułem żadnego gryzienia. Gdy namydlić ręce i nie wymyć, a czekać aż obeschną z mydłem, to więcej gryzie.

Ciocia. Gdybyś czekał tak, umoczywszy ręce w potażu żrącym, toby ci skórę na nic zjadło. Mydło zaś gryzie właśnie przez potaż lub sodę, które zawiera. Potażu używają do robienia mydeł miękkich, np. szarego mydła, sody zaś gryzącej do mydeł twardych, tualetowych, któremi myjemy twarz i ręce.

Staś. Teraz rozumiem, dlaczego mydła

zmywają brud i tak czyszczą wszystko. Rozumiem także, dlaczego mydliny niebieszczą papier lakmusowy. Będąc na wsi, uważałem jedną rzecz. Nieraz zrywałem kwiaty i rzucałem w miednicę, w której stała woda z mydłem. Myślałem, że tak jak w wodzie zwyczajnej, będzie kwiatkom dobrze. A tu nieraz się zdarzyło, że kwiaty traciły kolor, albo, mówiąc prawdę, zmieniały barwę.

Ciocia. Zrobiłeś bardzo słuszne spostrzeżenie. W roślinach są różne barwniki, czyli ciała barwiące. Wszak pamiętacie, że lakmus jest właśnie farbą wydobywaną z roślin. Ciała o smaku ługowym zmieniają barwę nie tylko jednego lakmusu, ale działają w podobny sposób na wiele barw roślinnych. Jeśli, np. weźmiemy wyciąg z fiołków, pięknej fioletowej barwy, i wlejemy weń potażu żrącego, to wyciąg stanie się zielony. Tak samo wyciąg z malwy, barwy fioletowej, staje się zielony, a żółty barwnik, zwany kurkumą, przechodzi w kolor brunatny. Twoje kwiaty, Stasiu, zmieniły również kolor swój pod wpływem wody z mydłem, która była mniej lub bardziej ługową. Istnieje zatem wiele barwników, zmieniających się od ciał alkalicznych, ale najpraktyczniejszy i najbardziej używany jest lakmus, bo jest bardzo czuły.

Staś. Brawo! Lakmus jest serdeczny, kochający, czuły!

Ciocia. To znaczy, że bardzo drobne ilości ciał alkalicznych zmieniają jego barwę, że

odczuwa odrobinę ługów i daje znać o nich swym kolorem.

Adaś. Chciałbym wiedzieć jeszcze, proszę cioci, czy ciała żrące znajdują się w przyrodzie, czy trafiają się pospolicie i skąd je ludzie biorą?

Ciocia. Amoniak znajduje się w przyrodzie w małej wprawdzie ilości. Istnieje zawsze w powietrzu.

Staś. Ale nie czuć go wcale.

Ciocia. Jest to dowód, że powietrze bardzo mało go zawiera. Deszcze spłukują go i razem z wodą deszczową wsiąka on w glebę. Musimy wrócić raz jeszcze do waszej podkowy. W rdzy bowiem znajduje się zawsze odrobina amoniaku, gdyż amoniak z powietrza chętnie czepia się rdzy i w niej osiada.

Staś. Więc w rdzy jest tyle ciał: tlenek żelaza, wodan żelaza, amoniak! A może co jeszcze?

Ciocia. Niepodobna dowiedzieć się o wszystkiem odrazu; powoli dojdziemy do dokładnego poznania rdzy, ale wiele jeszcze wiadomości potrzebnych nam tu będzie.

Mówiłam już wam, że wapno palone wypalają z kamieni wapiennych, zwanych wapniakami, które pod wpływem ognia kruszeją, bieleją, wypuszczają ze siebie gazy, tak, że zostaje się po nich, jako reszta, masa biała lub szarawa, ziemista, stanowiąca wapno palone. Rozrobione z wodą, łączy się ono z nią, zamieniając na wa-

pno gaszone, będące wodanem. Wapno gaszone służy znów i do fabrykacyi potażu żrącego i sody żrącej i amoniaku

Potaż żrący wyrabiają w taki sposób, że w wielkich garnkach gotują w wodzie przez długi czas wapno gaszone z ciałem zwanem węglanem potasu, a zawierającem w sobie potas. Dzieje się wówczas rzecz, która przypomina zmianę dam w kontredansie. Potas zawarty w węglanie potasu i wapń zawarty w wapnie gaszonem rozpoczynają prawdziwy taniec. Wapń przyskakuje do węglanu potasowego, wyrugowywa potas, a sam zabiera jego miejsce. Potas zaś leci czemprędzej na miejsce wapnia. Trwa to naturalnie długo, zanim wszystek wapń zajmie miejsce potasu, a potas wapnia. Skoro to nastąpi, wówczas nastaje spoczynek Kontredans jest już przetańczony. Nastąpiła jednak zupełna zmiana dam. Dwie pary stoją naprzeciw siebie jak stały, lecz damy przeniosły się do swych vis-à-vis. Z początku mieliśmy węglan potasu i wodan wapnia, teraz zaś węglan wapnia i wodan potasu czyli potaż żrący, o który nam właśnie chodziło.

Adaś. A to zabawne! Jakże one, proszę cioci, stać mogą osobno? Sądziłbym, że ciała te muszą być związane przez to długie gotowanie i nie rozumiem, jak je rozdzielić. Naprzykład, rozpuśćmy w wodzie cukier i sól. Jak tu wybrać potem z tej wody sam cukier?

Ciocia. Cukier i sól trudno jest rozdzielić, skoro je rozpuścisz w wodzie, dlatego właśnie, że oba ciała rozpuściły się w wodzie. Ale tu jest inaczej. Węglan wapnia, który się tworzy, nie rozpuszcza się w wodzie; jest to właśnie wapniak, taki sam, jaki służy do wypalania wapna. W miarę więc, jak się tworzy, osadza się na dnie, jak piasek. Potaż zaś gryzący rozpuszcza się doskonale w wodzie, więc pozostaje w rozpuszczeniu. Gdy już wszystko wapno przemieniło się na potaż, wówczas gaszą ogień i czekają, aż naczynie doskonale wystygnie i wszystko w niem się uspokoi. Na dnie garnka znajdziemy wówczas warstwę wapniaku, a nad nią wodę, w której rozpuszczony jest potaż żrący. Ciecz tę przelewają ostrożnie w inny garnek, szeroki, i stawiają znów na ogniu, a poco, jak myślicie?

Adaś. Żeby woda sobie odparowała.

Staś. I żeby na dnie została skorupa, będąca potażem żrącym.

Ciocia. A tak, skorupę przetapiają i wpuszczają do foremek. Tym sposobem otrzymują potaż żrący w laseczkach. Laseczki te zamykają zaraz w słoiki, doskonale słoiki te zakorkowywują i wypuszczają w handel.

Zupełnie tak samo robią sodę żrącą, tylko zamiast węglanu potasowego biorą węglan sodowy.

Staś. A amoniak?

Ciocia. Amoniak bardzo łatwo wyfruwa ze swych związków. Do wydobycia amoniaku używają najczęściej tak zwanego salmiaku, podobnego z wyglądu do zwykłej naszej soli kuchennej, któremu możecie się przyjrzeć, gdyż przyniosłam wam go w celu pokazania, jak łatwo wypuszcza amoniak ze siebie. W epruwetce mieszam odrobinę salmiaku z odrobiną wapna. Już bez ogrzania czuć zapach amoniaku u wylotu epruwetki. Skoro jednak trochę ogrzeję, wnet poczujecie amoniak zdaleka. A co? Kręci w noskach?

Adaś. Prawda, ciociu.

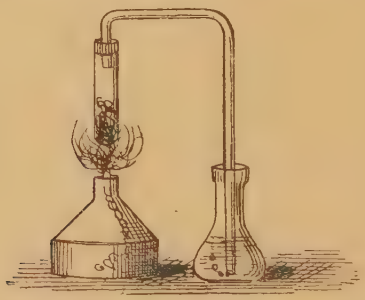
Staś. Spróbuję papierkiem lakmusowym, dobrze?

Ciocia. I owszem.

Staś zbliżył skrawek różowej bibułki do otworu epruwetki: papier wnet zbłękitniał. „Niema więc wątpliwości, że wydziela się amoniak— mówiła ciocia.—Dlaczego zaś tak się dzieje? Ma tu miejsce coś podobnego jak poprzednio. Wapno wżera się w salmiak, wypędza z niego amoniak, a wapń, będąc niebardzo grzeczny, zajmuje jego miejsce. Amoniak nieborak ucieka czemprędzej, a że jest lekki, gazowy, lotny, więc nie szuka sobie w epruwetce towarzysza niedoli, jeno wyfruwa na swobodę."

Staś. Jakże go nałapać? Jak robią w fabrykach?

Ciocia. Gdybym epruwetkę zamknęła korkiem, przez który przechodziłaby na wylot rurka szklana, wygięta drugim końcem na dół, to amoniak, wydobywający się w epruwetce, musiałby iść tą rurką tam, gdzie ona go poprowadzi. Rurkę tę wprowadziłabym dolnym końcem do flaszki z wodą. Cóżby się robiło? Oto amoniak musiałby iść w wodę, a że się znakomicie w niej rozpuszcza, więc niknąłby w wodzie. Tym spo-



Rys. 16. Tym sposobem otrzymujemy amoniak ciekły.

sobem otrzymujemy amoniak ciekły, taki, jaki wasz tatuś ma we flaszeczce i jaki wam przyniosłam. Ale czy jest to naprawdę amoniak ciekły?

Staś. A cóż innego?

Ciocia. Zastanówcie się! Ściskając i mrożąc gazy, zamieniamy je w ciecze. Amoniak zaś rozpuściliśmy w wodzie, połączył się on z nią i wydał wodan. Zmienił się zatem jego skład.

Nie jest to amoniak ciekły, ale rozpuszczony. Duża w tem różnica.

Adaś. Można jednak zapewne zamienić amoniak w ciecz, gdyż wszystkie gazy, jak ciocia mówiła, mogą być zamienione w ciecze.

Ciocia. A jakże. Amoniak nie tak nawet trudno zamienić w ciecz. Trzeba tylko oziębić go do 40° niżej zera, lub mocno go ścisnąć.

Staś. Chciałbym wiedzieć jednak, moja ciociu, dlaczego wapno postępuje tak niegrzecznie z amoniakiem. Jakie ma prawo do wypędzania amoniaku z domu, w którym on sobie cichutko mieszka, nie dając nawet znać o sobie?

Ciocia. W tym razie działa powinowactwo chemiczne. W salmiaku oprócz amoniaku ukryty jest pewien gaz, zwany chlorem. Otóż wapń ma do chloru większy pociąg niż amoniak, chlor odpłaca mu naturalnie pięknem za nadobne. Gdy się więc znajdą blizko siebie, łączą się z radością, a amoniak nie ma co robić i jak niepyszny ucieka. Podczas tworzenia się potażu żrącego następuje tak samo wymiana pierwiastków w taki sposób, w jakim działa większe powinowactwo. Jest to więc nie lada siła, kiedy potrafi rozrywać ciała stałe, zdaje się tak mocno urobione, zmieniać je i przekształcać w nowe, całkiem odmienne. Trzeba wszakże, aby ciała znalazły się w blizkiem bardzo zetknięciu, żeby siła ta mogła objawić się i działać; dlatego to właśnie mieszamy ciała ze sobą, zwil-

żamy je, przez co lepiej do siebie przystają, grzejemy, bo ciepło wpływa na bliższe spojenie się ciał. Pod wpływem powinowactwa jedne ciała się rozkładają, aby powstać mogły drugie, w których pierwiastki mocniej są ze sobą sczepione. Niszczy więc ono i tworzy. Pod jego wpływem ciała zmieniają swą postać, swój kształt, swe własności—powstają z nich ciała nowe, które również nie są niezmiennemi, gdyż pod wpływem nowych bodźców podledz mogą nowym przeobrażeniom. Opowiadałam wam, naprzykład, przed chwilą, jak to potaż żrący powstaje przez rozkład węglanu potasowego i wodzianu wapnia, jak to powinowactwo wygania wapń i zapędza go na miejsce potasu, potas zaś zniewala do zajęcia miejsca wapnia. Zdawałoby się zatem, że potaż żrący jest ciałem, w którem powinowactwo tak mocno spaja ze sobą pierwiastki, że nic go już nie przeistoczy. A jednak pokażę wam zaraz, że jak wapno gaszone czyli wodan wapnia służy do wytworzenia potażu, sody żrącej i amoniaku, tak znowu potaż żrący, soda lub amoniak służyć mogą do urobienia innych wodanów.

Mówiąc to, ciocia wydostała słoiczek szklany, w którym były śliczne kryształy szafirowe, potem buteleczkę z jakąś cieczą brunatną, drugą z cieczą bezbarwną jak woda i trzecią z cieczą zieloną. Staś klaskał w ręce z radości, Ewunia zaś i Adaś uważnie przyglądali się przedmiotom.

— „W tym słoiku—mówiła ciocia—mam kryształy szafirowe, będące związkiem miedzi, zwanym koperwasem. Ta ciecz brunatna jest związkiem żelaza, bezbarwna — związkiem glinu, zielona zaś—związkiem metalu, zwanego niklem. Weźcie, dzieci, po trochu tych ciał i rozpuśćcie każde z osobna w wodzie, w epruwetkach."

Staś złapał zaraz kryształy koperwasu miedzianego, włożył w epruwetkę jeden kryształek, nalał trochę wody, ale nie wiedział co zrobić, żeby kryształ dobrze się rozpuścił. Ciocia, wybawiła go z kłopotu, radząc wstrząsać epruwetką. Ewunia wlała parę kropel zielonej cieczy niklowej w epruwetkę i rozprowadziła ją trochą wody. Adaś zaś uczynił to samo z cieczą brunatną, która rozcieńczona wodą stała się żółta, i z cieczą bezbarwną. Ciocia rozpuszczała tymczasem kawałeczek potażu gryzącego w wodzie. Gdy już wszystko było gotowe, poleciła dzieciom trzymać epruwetki, sama zaś miała nalać w każdą epruwetkę po parę kropel potażu żrącego, rozpuszczonego w wodzie.

„Co to będzie! Co to będzie!"— wołały dzieci rozbawione nowem doświadczeniem.

„Chodź najprzód ty, Stasiu!—zawołała ciocia.—Wlewam parę kropel potażu do szafirowego koperwasu miedzianego, rozpuszczonego w wodzie."

Staś ze zdumieniem spostrzegł, że w tej chwili ciecz przejrzysta i szafirowa zmieniła się

nie do poznania. Powstało ciało niebieskie, turkusowe, wcale nieprzejrzyste, podobne prędzej do niebieskiej żelatyny. Zdumienie dzieci wzrosło, gdy ciocia dodała po parę kropel potażu do wszystkich epruwetek. W epruwetce Ewuni, gdzie była ciecz zielona i przejrzysta, powstało ciało zielone także, ale matowe, koloru niedojrzałych jabłek, stałe, nieprzejrzyste — u Adasia zaś epruwetka, gdzie była ciecz przejrzysta i żółta, wypełniła się kłaczkami brunatnymi, gęstymi, podobnymi do galarety, tam zaś, gdzie był bezbarwny i przejrzysty związek glinu, wytworzyło się ciało galaretowate, bezbarwne, szczelnie wypełniające dno epruwetki.

Staś. A to dopiero! Co też ten potaż porobił!

Ewunia. Ale jakie śliczne te...

Ciocia. Osady. Tak bowiem zowiemy ciała stałe, które wytwarzają się w cieczach, czyli w nich się osadzają.

Staś. Skądże się one wzięły?

Adaś. Pewno potaż to uczynił. Gdy ciocia dodawała go do tych cieczy przejrzystych, to osady tworzyły się odrazu, w tejże chwili. Pomyślałem sobie, że powinowactwo strasznie się śpieszy, działa jak piorun. Zapewne ono zmieniło ciecze i potworzyło osady.

Ciocia. Nieinaczej. Powinowactwo gra naturalnie główną rolę w tem wszystkiem. Wodan potasu, zetknąwszy się z koperwasem mie-

dzianym, przekształcił się w wodan miedzi i koperwas, że tak go nazwę, potasowy. Mieliśmy tu zatem znowu kontredans. Wodan miedzi zaś, który się wytworzył, jest ciałem stałem, niebieskiem, w wodzie się nie rozpuszcza, więc się osadził i jego to widzicie w epruwetce. Tak samo u Ewuni wytworzył się wodan niklu, pięknej majowej zieleni, u Adasia zaś brunatny i galaretowaty wodan żelaza, oraz bezbarwny i galaretowaty wodan glinu. Ten właśnie wodan żelaza znajduje się w rdzy, pomieszany z tlenkiem. Mieszanina taka znajduje się również w niektórych rudach żelaznych, zwanych żelaziakami brunatnymi, z których wytapiają żelazo.

Ewunia. Jakże rozmaitymi są te wodany! Tyle barw, a niektóre takie śliczne...

Ciocia. Kolor mogą zmienić.

Ewunia. Jakim sposobem?

Ciocia. Wezmę trochę wodanu miedzi do nowej epruwetki i zagrzeję nad lampką spirytusową. Patrzcie, jak prędko traci kolor: zrobił się szary, brudny, a teraz nawet sczerniał.

Staś. Pewno znowu jakaś przemiana.

Ciocia. Nieinaczej. Wodany składają się, jak wiecie, z tlenków metalicznych i wody. Skoro je ogrzejemy, wypuszczają wodę i znów stają się tlenkami. Nie wszystkie pozbywają się wody tak łatwo, jak wodan miedzi. Inne wymagają gorąca daleko silniejszego.

Staś. A co będzie, proszę cioci, jeśli tlen-

ki, które się wytworzą z wodanów, będziemy w dalszym ciągu mocno grzali?

Ciocia. Niektóre, jak tlenek rtęciowy, rozłożą się zupełnie, wypuszczą tlen i zostanie się po nich czysty metal. Inne wypuszczą tylko część tlenu. Inne nie zmienią się, tylko przetopią. Nawet wapno palone i magnezya doprowadzone do silnego gorąca, czyli wysokiej temperatury, topnieją. Dokonał tego pierwszy, bardzo temu niedawno, uczony francuski *Henryk Moissan*, a to tym sposobem, że zbudował specyalny piec, zwany elektrycznym, gdzie wytworzyć można gorąco, sięgające 4000°. Nikt przed nim nie umiał otrzymać tak piekielnego żaru. W temperaturze tej najoporniejsze ciała topią się, wapno nawet ciecze jak woda.

Ale wracajmy do wodanów. Zmieniają one zatem kolor wskutek gorąca, gdyż powstają z nich wówczas tlenki. Można zmieniać ich kolor i w inny sposób. A na dowód patrzcie!

Ciocia wzięła resztę niebieskiego, jak turkus, wodanu miedzi i nalała na nią amoniaku. Wodan natychmiast się rozpuścił i zamienił na prześliczną ciecz, szafirową i przezroczystą.

Adaś. Ciecz tegoż koloru widzimy nieraz w aptekach, w pięknych baniach szklanych, wystawionych w oknach.

Ciocia. Jest to nawet ta sama ciecz, którą mam w tej epruwetce. Zowią ją wodą niebiańską, bo istotnie jest prześliczna. Nie tylko zresz-

tą w amoniaku rozpuszcza się wodan miedzi. I on i inne wodany rozpuszczają się w kwasach.

Staś. Naprzykład w occie, albo w kwasie z cytryny, czy tak? Ale prawda, my chyba nie wiemy jeszcze, czem są kwasy.

Adaś. Ciocia nam to zaraz wytłomaczy.

Ciocia. Tak zaraz, na poczekaniu, objaśnić tego nie można. Trzeba na to czasu. Dziś już za późno, pożegnam was zatem, a o kwasach opowiem innym razem.

Ewunia. W przyszły czwartek?

Ciocia. Nie obiecuję wam tego na pewno.

Adaś. Jeszcze jedno, proszę cioci: gdy kwas napuścimy na wodan, czy tworzy się z tego nowy jakiś związek?

Ciocia. A jakże—ale tego zrozumieć teraz jeszcze nie możecie, choć mam nadzieję, że kiedyś przyjdzie wam to łatwo. Do widzenia więc, drogie dzieci, śpieszyć się muszę, bo bardzo już późno.

Dzieci. Do widzenia, kochana ciociu, do widzenia!

WIECZÓR SZÓSTY.

Wodór. Działanie sodu i żelaza na wodę. Cynk i kwas siarczany. Świeca filozoficzna. Balony. Odtlenianie.

— „Poznaliście już niektóre gazy—mówiła ciocia, zasiadając z dziećmi dokoła stołu.—Znacie tlen, który sam się nie pali, ale spala inne ciała, znacie azot, który gasi, nie znacie jednak dotychczas gazu, któryby sam płonął."

Staś. Ciekawa rzecz, gdzie znajduje się gaz, co sam się pali. Przecież nie w powietrzu, bo wiemy już, co powietrze w sobie zawiera.

Adaś. Może w jakimś minerale, w jakimś kamieniu!

Staś. Może w ogniu!

Ciocia. Bynajmniej, bo w wodzie.

Staś. W wodzie siedzi gaz, który się pali? W wodzie, który wszystko gasi, jest gaz, co płonie?

Ciocia. Widzieliście na własne oczy, że woda czasem zamiast gasić, wznieca pożar.

Adaś. A tak. Pamiętasz, Stasiu, jak potas ślicznie płonął, pływając po wodzie, jak się sam na niej zapalił, gdy go ciocia rzuciła na wodę?

Ciocia. Przyniosłam wam w tym słoiczku metal bardzo podobny do potasu, zwany sodem, o którym wspominałam już wam, mówiąc o sodzie gryzącej. Jest to jakby rodzony brat potasu. Należą do jednej rodziny. Muszę nawet tak samo, jak potas, trzymać go w nafcie, bo na powietrzu zarazby zardzewiał. Otóż sod i potas mają tak silne powinowactwo do tlenu, a tlen do nich, że gdziekolwiek się ze sobą zetkną, wnet się łączą. Co będzie, gdy sod rzucę na wodę, tak jakem to kiedyś uczyniła z potasem? Oto sod wybiera z niej tlen, w wodzie bowiem znajduje się tlen. Skoro jednak odbierze jej tlen, wówczas drugi gaz, uwięziony w wodzie, zostanie rozkuty z więzów i dostanie się na swobodę. Wyfrunie sobie z wody i basta. Chodzi nam teraz o to, aby ten drugi gaz złapać.

Staś. Bardzom ciekaw, jak się ciocia weźmie do tego.

Adaś. Boże mój, Boże! Ktoby się spodziewał, żeby z wody można było wydobywać gazy!

Ewunia. I do tego takie, co się palą.

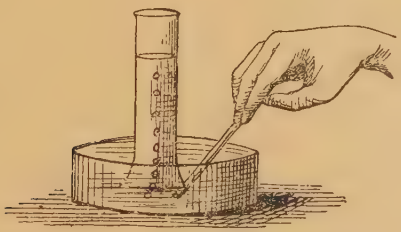
Ciocia. Jak sobie poradzę? Zaraz zobaczycie. Musicie mi przygotować miskę z wodą i słoiczek od konfitur.

Adaś. Już wiem: ciocia będzie zbierała gaz, tak jak tlen.

Ciocia. Naturalnie. Napełniam słoik wodą przewracam go dnem do góry i stawiam w misce. Teraz zaś wyjmuję szczypczykami kawałeczek sodu ze słoiczka, wysuszam go na bibule i przekrawam, nie dotykając palcami. Wystarczy mi kawałeczek rozmiarów ziarnka grochu.

Ewunia. Popatrz, Stasiu, jak sód podobny jest do potasu; błyszczy jak srebro tam, gdzie jest przekrajany i miękki, jak wosk.

Ciocia wzięła ostrożnie szczypczykami mały



Rys. 17. Słoik wypełnił się jakimś gazem bezbarwnym.

ów kawałeczek sodu, i uniósłszy nieco słoik, tak jednak, aby cały otwór jego był pod wodą, wsunęła go szybko pod słoik. W tej chwili wypełnił się on z bulkotaniem jakimś gazem bezbarwnym i przezroczystym, jak powietrze.

— „A co!—zawołała ciocia—mamy go, mamy! Gaz ten zowiemy *wodorem,* bo znajduje się w wodzie i z niej można go wydobyć, a na dowód, że jest palny, zbliżam słoik otworem do zapalonej świecy..."

Gaz istotnie się zapalił, wydając przy tem pewien niewielki odgłos, i palił się bladym płomieniem, mało widocznym, po brzegach żółto zabarwionym. Dzieci były zachwycone. Podobał im się bardzo gaz, który się pali, choć się wydziela z wody.

Ciocia. Wytłomaczcie mi, dzieci, to zjawisko. Jak się też wam zdaje: dlaczego wodór wydobył się z wody?

Adaś. Bo sod zabrał tlen wodzie, połączył z nim na tlenek, który rozpuścił się i dlatego go nie widać—wodór zaś wyleciał w górę, lecz ciocia zastawiła na niego pułapkę w postaci słoika i nie puściła go na swobodę. Wodór wyparł wodę ze słoika i zabrał jej miejsce.

Staś. Muszę się przekonać, czy naprawdę tlenek sodu rozpuścił się wodzie. Jeśli tak jest, to zrobił się z niego wodan, nieprawdaż, ciociu? Papierek lakmusowy wykaże, czy mam racyę.

Staś miał racyę: papierek wnet zbłękitniał, gdy go zanurzono w wodę.

Adaś. Dlaczego jednak nie użyła ciocia potasu? Byłoby pewno to samo.

Ciocia. Niekoniecznie. Pamiętacie przecież, jak się potas zapalił na wodzie, jakim prześlicznym płonął płomieniem fioletowym. Czy jednak pewni jesteście, że to się potas palił?

Staś. W każdym razie nie woda. Już na to nie mogę się zgodzić, aby woda płonęła.

Ciocia. Woda nie płonie, ale wodór płonie!

Potas, tak jak sod, wydobywa tlen z wody i z nim się łączy,—a wodór ulatuje. Ta jednak jest różnica między tymi metalami, że potas tak strasznie się rozgrzewa, łącząc z tlenem, a tlen z potasem, że od tego gorąca zapala się wodór,—niewielka zaś ilość par potasu, wydzielających się z powodu gorąca, barwi płomień na ów kolor fioletowy, którym takeście się zachwycali. Więc nie potas płonie, ale wodór. Sod rozgrzewa się również, tworząc tlenek, ale nie do tego stopnia, aby wodór się zapalił. Dlatego też wzięłam sod do doświadczenia, w którym mi chodziło o to, aby zebrać wodór.

Adaś. Teraz rozumiem: z potasem byłoby to niemożliwe, bo wodór by się spalił.

Staś. Wyobrażam sobie, jak też inne ciała muszą ślicznie płonąć w wodorze, który sam się pali Boże mój, Boże! żeby to ciocia pokazała nam, jak siarka i węgiel będą w nim się paliły.

Ciocia. Ciała te gasną w wodorze. Nie zastanowiłeś się, Stasiu, nad tem, co mówisz, bo wiesz doskonale, że siarka i węgiel płonąc łączą się z tlenem. Jeślibym więc wprowadziła pod dzwon z wodorem zapalony kawałeczek siarki, węgla lub świecy, to zgasłyby, nie znajdując potrzebnego im do palenia tlenu. Tak więc wodór jest palny, bo sam się pali, ale gasi ciała palące się, gdyż te potrzebują zwykle tlenu do palenia. Tlen zaś nie jest palny, gdyż sam nie pali się, ale za to ciała palne płoną w nim

znakomicie. Azot wreszcie ani się pali, ani pomaga innym ciałom się palić.

Staś. Rozumiem teraz, żem powiedział głupstwo. Nie zastanowiłem się, że do spalenia węgla i siarki potrzebny jest tlen.

Adaś. Chciałbym wiedzieć jeszcze, proszę cioci, czy inne metale wybierają również tlen z wody, tak jak sod i potas.

Ciocia. Niektóre rozkładają wodę, ale gorąca na to jeszcze potrzeba. Żelazo np. może także rozdzielić wodę na tlen i wodór. Trzeba jednak opiłki żelazne ogrzewać w mocnej rurze metalowej i przepuszczać przez nią parę wodną. Wówczas żelazo wyciągać będzie tlen z pary wodnej, zardzewieje, a wodór wychodzić będzie z rury. Tak samo, jak żelazo, działa cynk i inne metale.

Adaś. Rozdzielają one zatem wodę w postaci pary na tlen i wodór, jeśli same będą mocno ogrzane.

Ciocia. Mogą one nawet działać w zwykłej temperaturze, jeśli do wody dodamy mocnego jakiegoś kwasu. Słyszeliście może o kwasie siarczanym, zwanym również witryolem? Jest to kwas tak mocny, że parzy nieledwie jak ogień, gryzie, zwęgla i powoduje straszne rany. Kwas ten zmieszany z wodą wydziela wodór, jeśli wrzucić weń cynku.

Adaś. Nie rozumiem dobrze, moja ciociu,

czy wodór w tym przypadku wyfruwa z wody, czy z kwasu?

Ciocia. Z kwasu — co dowodzi naturalnie, że kwas siarczany zawiera w sobie wodór. Kwas musi być jednak koniecznie zmieszany z wodą, gdyż inaczej nie wypuści wodoru.

Staś. Żeby to ciocia zechciała nam pokazać ten sposób wypuszczania wodoru, toby dopiero była uciecha!

Ciocia. Owszem. Mam tu wielki kielich szklany. Wsypuję weń garść opiłek cynkowych i oblewam je rozcieńczonym kwasem siarczanym, który naumyślnie w tym celu przyniosłam.

Staś. Patrz, Ewuniu, patrz, jak się to wszystko burzy,—pi, pi! cynk tańcuje w tym kwasie, jakby mu było gorąco.

Ciocia. Istotnie, dotknijcie szklanki. A co! Prawda, jak się rozgrzała!

Adaś. A te bulki, które się tak pienią, co to jest?

Ciocia. Ależ wodór, naturalnie wodór,— a na dowód zapalę go. Wpierw jednak odstąpcie się, kochane dziatki. Dobrze, jesteście w odległości dostatecznej. Biorę tę długą drzazgę, zapalam ją tu nad świecą—a teraz baczność!

Ciocia ostrożnie zbliżyła zapaloną drzazgę do wylotu kielicha. W tejże chwili gaz zapalił się z wybuchem. Ciocia drzazgę zapaloną wciąż przytykała to z tej, to z tamtej strony, a gaz, wydobywający się z kielicha, płonął z szeregiem

efektownych wybuchów. Staś witał każdy wybuch okrzykiem radości i prosił, by ciocia nie ustawała. Po chwili jednak ciocia zgasiła drzazgę, gdyż uznała, że czas już zaprzestać tej burzy w kielichu.

Ewunia. Prawdziwa burza z grzmotami i błyskawicami!

Staś. Ładne to bardzo doświadczenie, ale wszystek wodór spala się lub ulatuje w powietrze. Pewny jestem jednak, że ciocia ma sposób, żeby go uwięzić.

Adaś. Nie jest to chyba trudne. Kielich jest otwarty i dlatego wodór z niego ucieka. Jeśliby wziąć naczynie zamknięte, z którego rurka szklana prowadziłaby pod słoik z wodą, to wodór możnaby zebrać jak tlen. Nieprawdaż, cociu?

Ciocia. Nieinaczej. Nie będziemy jednak zbierali wodoru. Natomiast pokażę wam inne doświadczenie, które napewno niemniej was zaciekawi.

Staś. Co za szczęście! Czy znów będą takie strzały, jak wprzódy?

Ciocia. Tym razem zapalę wodór w taki sposób, że będzie płonął zupełnie spokojnie. Poproszę was jednak o rurki szklane.

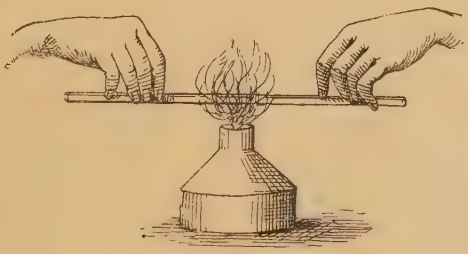
Adaś. Oto są.

Ciocia. Mam tu butelkę, doskonale zamykającą się korkiem gumowym. Jak widzicie, korek ten przewiercony jest na wylot. Chodzi

o to, aby dobrać rurkę szklaną, któraby doskonale pasowała do tego otworu, — gdyż zamknąwszy butelkę korkiem z rurką szklaną, trzeba wiedzieć na pewno, że niema najmniejszej szparki. Zamknięcie musi być jak najszczelniejsze, inaczej mogłoby się zdarzyć nieszczęście.

Ewunia. Nieszczęście? Jakie?

Ciocia. Wybuch tak gwałtowny, że rozsadziłby w oka mgnieniu butelkę i rozerwałby ją na kawały.



Rys. 18. Trzymając rurkę za oba końce, grzała ją w połowie jej długości.

Staś. Patrzcie, państwo, to wodór strzela jak z fuzyi!

Ciocia. Wkrótce zrozumiecie tę gwałtowność wodoru. Teraz zaś chodzi mi o to, aby rurkę szklaną, którą doskonale dobrałam do korka, skrócić i na końcu zaostrzyć.

Staś. Chyba nie nożem.

Ciocia. W tym razie ogień zastąpi mi scyzorek. Patrzcie, jak się to prędko robi.

Ciocia zapaliła lampkę spirytusową i trzymając rurkę szklaną za oba końce, grzała ją w połowie jej długości. Wkrótce dokoła miejsca ogrzewanego płomień zabłysnął światłem żółtem, co jest oznaką rozmiękczania się szkła. Skoro rurka dobrze rozmiękła, ciocia wyjęła ją z ognia i szybko ją wyciągnęła. Szkło wyciągnęło się, jak kauczuk, zwężając się w środku, w miejscu ogrzanem. Ciocia zaczekała, aż rurka wystygnie, poczem zrobiwszy w miejscu zwężonem rysę scyzorykiem, rozłamała ją na dwie połowy. Obie miały po jednym końcu ostro zakończonym i przypominały kształtem starannie zatemperowane ołówki.

Adaś. Wiemy teraz przynajmniej, jak należy rurki wyciągać i zaostrzać.

Staś. Wiemy również, jak należy je wyginać. Musi to być bardzo przyjemnie bawić się temi rurkami, zginać je tak, jak się chce, nadawać im różne kształty, a także krajać, wyciągać, zaostrzać!

Ewunia. Jabym się bała sparzyć, bo szkło rozmiękające musi być okrutnie gorące.

Ciocia. To też ostrożnie trzeba brać się do rzeczy. Mamy więc rurkę, wyglądającą jak zatemperowany ołówek. Wsuwam ją tępym końcem na dół, w korek gumowy; w butelkę wsypuję nieco opiłek cynkowych i nalewam rozcieńczonego kwasu siarczanego. Zamykam szczelnie. Oto już cynk tańcuje w kwasie siar-

czanym, a bulki, wydobywające się obficie, dowodzą, że wodór już wychodzi. Cynk nie rozpuszcza się w wodzie, ale w kwasie siarczanym rozpuszcza się doskonale, tak, że z czasem znika zupełnie w tej cieczy.

Adaś. Nie pojmuję, po co ta rurka szklana jest tak zaostrzona na końcu?

Ciocia. U jej wierzchołka zapalę wodór, ale wpierw zaczekać muszę, żeby wszystko powietrze, znajdujące się w butelce, zostało wyparte przez wodór, inaczej mógłby nastąpić okropny wybuch. To też zanim go zapalę, przekonać się muszę, czy wodór wypełnia flaszkę. Dość będzie potrzymać kieliszek dnem do góry nad zaostrzoną rurką. Jeśli wodór go wypełni, to będzie oznaką, że wyparł powietrze z butelki i sam zajął jego miejsce.

Mówiąc to, ciocia wzięła kieliszek i potrzymawszy go chwilkę u wylotu rurki, zbliżyła następnie do zapalonej lampki spirytusowej. Wodór zapalił się z charakterystycznym małym huczkiem.

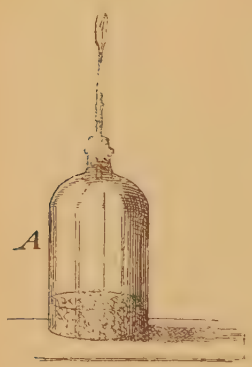
Ciocia. Możemy więc spokojnie zapalić teraz wodór, wychodzący z końca rurki zaostrzonej, gdyż powietrze uszło już z butelki.

Zaleciwszy dzieciom oddalić się cokolwiek, ciocia zapaliła wodór: zapłonął on płomieniem mało widocznym a spokojnym.

Ciocia. Jest to tak zwana dawniej „świeca filozoficzna.“ Swieca ta daje mało światła, słabo

oświetla, ale za to daje bardzo wiele ciepła. Płomień ten jest daleko gorętszy od płomienia świecy, lampy, gazu.

Adaś. Mówiła nam ciocia, że palenie się jest łączeniem się ciał ze sobą. Nie pojmuję jednak, co wodór może wypalać z powietrza. Ale prawda! Co ja mówię! Wodór zapewne wybiera tlen z powietrza, łączy się z nim i wytwarza... Co się to może tworzyć? Chyba jakiś tlenek? Zapewne tlenek wodoru, proszę cioci, bo jakże inaczej nazwać to ciało?



Rys. 19. Jest to „świeca filozoficzna."

Ciocia. Bardzo dobrze. Widzę z przyjemnością, że dobrze mię rozumiesz. Dzieje się naprawdę tak, jak przypuszczasz. Wodór chwyta tlen, a tlen wodór i łącząc się ze sobą płoną. Powstaje z tego tlenek wodoru, czyli zwykła nasza woda.

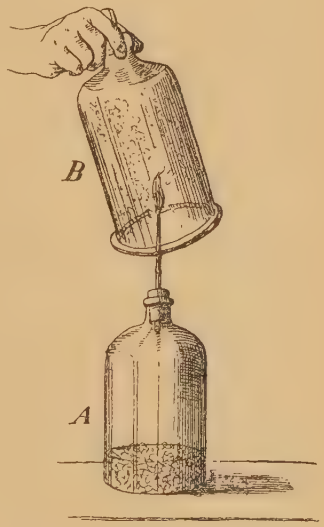
Staś. Woda ze świecy filozoficznej!

Ewunia. Woda z ognia!

Adaś. Tyle widzieliście dziwów i wciąż się jeszcze dziwicie. Ja patrzę na wszystko spokojniej, boć przecież, jeśli w wodzie jest tlen i wodór, to na odwrót tlen i wodór, łącząc się ze sobą, tworzą wodę.

Staś. Są to tylko słowa. Jabym dopiero uwierzył temu, gdybym na własne oczy zobaczył, że woda wychodzi z tego oto ognia.

Ciocia. Wnet obaczysz. Biorę po prostu duży ten słój i trzymam go nad płomieniem wodoru, nieco go pochyliwszy, aby dozwolić powietrzu swobodnie napływać do świecy.



Rys. 20. Słój pokrył się rosą.

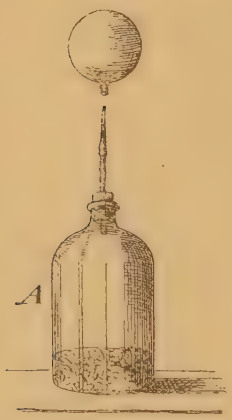
Dzieci ze zdumieniem spostrzegły, że słój pokrył się najprzód rosą, tak jakby kto weń nachuchał,— potem rosa zaczęła zbierać się większemi kroplami, które wreszcie skapywać zaczęły ze słoja. Były to krople wody.

Adaś. Okrutny z ciebie, Stasiu, niedowiarek. Oto masz najlepszy dowód, że można sobie coś wyrozumować, obmyślić i być tego pewnym.

Staś. Bardzo to pięknie, ale ja wolę jeszcze sprawdzić, czym się nie omylił w tych tam rozumowaniach.

Ciocia. Zapewne, należy sprawdzać za po-

mocą doświadczenia to, do czego doszliśmy drogą jedynie myśli. Ale i rozumowaniem nie trzeba gardzić, mój Stasiu. Cóżbyśmy mieli do sprawdzenia, gdyby rozum nasz nie czynił przypuszczeń? Wróćmy jednak do naszego wodoru. Odznacza się on tem przedewszystkiem, że jest najlżejszym ze wszystkich znanych nam gazów.



Rys. 21. Balonik uniósł się w górę.

Jest to najlżejsze ciało na świecie. Dość powiedzieć, że powietrze, takie lekkie, waży $14^1/_2$ razy więcej od niego, czyli, że $14^1/_2$ kwart wodoru ważą tyle, co jedna kwarta powietrza. Z tego powodu porównywają z wodorem ciężary innych ciał; naprzykład tlen jest prawie 16 razy, a azot prawie 14 razy od niego cięższy, czyli, że kwarta tlenu jest 16 prawie razy a azotu prawie 14 razy cięższa od kwarty wodoru.

Dla pokazania wam lekkości wodoru, przyniosłam wam balonik, zrobiony z bardzo cienkiej błonki, zwanej kolodyum. Wyduszam z niego ostrożnie palcem powietrze i zgasiwszy świecę filozoficzną, nakładam go otworkiem na rurkę, z której wydziela się wodór. Zaczekajmy, aż wypełni się wodorem.

Po chwili ciocia odjęła rękę swą od balonika, który uniósł się w górę, aż pod sam sufit.

Ciocia. Wodór uniósłby, jak piórko, daleko większe kule; dawniej wypełniano nim nawet balony.

Staś. A teraz czy nie używają go do tego?

Ciocia. W każdym razie nie używają już teraz w tym celu czystego wodoru. A wiecie dlaczego? Oto wodór obok swej lekkości jest okrutnie przenikliwy, to znaczy, że z ogromną łatwością ucieka,—wciska się w najdrobniejsze szparki, w najdelikatniejsze dziurki i wyfruwa. To też bardzo jest trudno zachować wodór w jakiemś naczyniu, bo znajdzie sobie niezawodnie jakiś lufcik, jakąś szparkę niewidoczną gołem okiem i wyleci,—a w najgorszym razie przeniknie przez korek i ucieknie! Dość powiedzieć, że jeśli nad końcem rurki, z której wylatuje wodór, ustawimy kawałek papieru, to będziemy mogli gaz zapalić nad papierem, gdyż przejdzie sobie najspokojniej przez papier, tak, jakby nic nie spotkał po swej drodze.

Staś. A to zabawne! Koniecznie muszę sobie to zrobić. Spróbuję z kartą!

Ciocia. Bardzo cię, mój Stasiu, proszę, zaniechaj tych prób. Jesteś bardzo roztrzepany, a kwas siarczany, nawet rozcieńczony, nie powinien znajdować się jeszcze w twoich rękach. Tembardziej nie dałabym ci zapalić wodoru. Po-

myśl tylko, że gdybyś zostawił w butelce trochę powietrza, to miałbyś okropny wybuch.

Staś. I cóż z tego? Ja to lubię!

Ciocia. Bo nie wiesz, drogie dziecko, co to jest wybuch. Te odgłosy, które słyszałeś przy paleniu się wodoru, były tylko miniaturką piekielnego huku, który się odzywa, gdy przyłożymy iskrę do mieszaniny tlenu i wodoru w naczyniu zamkniętem. Najgwałtowniejszy wybuch następuje wówczas, gdy weźmiemy dwa razy więcej wodoru na objętość, niż tlenu, np. dwie kwarty wodoru i jedną kwartę tlenu. Gdybyśmy mieszaninę taką mieli w butelce, to jedna iskra odegrałaby tu rolę lontu, podpalającego skład prochu. Pod wpływem tej iskry, wodór połączyłby się z tlenem w całej swej masie i strzeliłby z taką gwałtownością, że anibyście się spostrzegli, jak huk straszliwy wstrząsnąłby szybami, a z butelki waszej nie pozostałoby i śladu. Wybuch rozerwałby ją i rozniósłby jej okruchy po całym pokoju. To też *mieszaninę* taką zowiemy *piorunującą*.

Staś. Cobym dał za to, żeby zobaczyć taki wybuch!

Ewunia. Jabym się zgodziła, ale z drugiego pokoju. Szkło mogłoby przecież pokaleczyć.

Adaś. Musi to być chyba bardzo niebezpieczne. Ale co się też tworzy, moja ciociu, z tego wybuchu? Czy także woda?

Ciocia. Nieinaczej. Wiele razy wodór łączy się z tlenem, tyle razy powstaje woda. Więc i ze świecy filozoficznej, gdzie wodór pali się spokojnie, i z mieszaniny piorunującej, gdzie tlen i wodór są ze sobą zmieszane i cicho siedzą razem, dopóki iskra nie wznieci strasznego między niemi pożaru, i tu i tam powstaje para wodna, która niewidocznie uchodzi przed nami, rozpraszając się w powietrzu. Zdaje się więc nam pozornie, że świeca się pali, że wybuch wstrząsa budynkiem, jak piorun, nic nie zostawiając po sobie. W istocie i palenie się świecy filozoficznej i wybuch towarzyszy łączeniu się wodoru z tlenem, które to gazy mają względem siebie powinowactwo. Tlen jest chciwy wodoru, a wodór chciwy tlenu: gdzie się zejdą, tam za lada sposobnością łączą się ze sobą. Wodór wciąż poszukuje tlenu, a tlen wodoru. Wodór odbiera nawet tlen wielu związkom tlenowym, czyli je *odtlenia*, gdyż pozbawia je tlenu i po prostu rozkłada i niszczy. Tlen zaś odpłaca podobnie wodorowi i *utlenia* wiele związków, wodór zawierających. Tak więc mamy odtlenianie i utlenianie.

Adaś. Wiedzieliśmy już o sympatyi tlenu do metali, dowiadujemy się teraz, że ma silny pociąg do wodoru.

Ciocia. A czem-że jest wodór?

Adaś. Jakto czem? Gazem.

Ciocia. Nie o to pytam. Między pierwiastkami odróżniamy metale, zwykle ciężkie i błyszczące, takie jak: żelazo, miedź, ołów, srebro, złoto,— i niemetale, zwykle lżejsze i pozbawione połysku, jak: siarka, węgiel, fosfor, tlen, azot. Do jakiej grupy zaliczylibyśmy wodór?

Adaś. Do niemetali.

Staś. Ależ naturalnie.

Ciocia. Nie jest to znów tak pewne i naturalne, jak sądzicie. Nie znamy ciał pokrewnych wodorowi. Tak dalece jest on odrębny od innych ciał, że niektórzy uważają go za gaz zupełnie odosobniony, inni uznają go za metal w stanie gazu, niektórzy wreszcie zaliczają go, jak i wy, do niemetali. Zdania jednak są jeszcze podzielone pod tym względem, i nic dotąd na pewno nie można powiedzieć.

Adaś. Nie rozumiem wcale, jak można uważać go za metal.

Staś. Ani ja.

Ewunia. Ani ja także.

Ciocia. Naturalnie, zrozumieć tego nie możecie, bo nie wiecie dobrze jeszcze, czem są metale. Mam jednak nadzieję, że zrozumiecie to bardzo dobrze z czasem. Tymczasem zwrócę waszą uwagę, że wodór jest jedynym gazem, który jest *dobrym przewodnikiem ciepła i elektryczności.*

Staś. Chciałbym wiedzieć, co to znaczy.

Adaś. To znaczy, że przez wodór ciepło

dobrze przechodzi a elektryczność także. Dobrym przewodnikiem ciepła jest żelazo lub miedź, a złym drzewo, papier.

Staś. Dlaczego?

Adaś. Jeśli weźmiesz sztabkę żelazną lub miedzianą i koniec jej włożysz w ogień, to ciepło tak prędko przeleci przez całą sztabkę, że nie utrzymasz jej w ręku na drugim końcu. Kawałek zaś drzewa można zapalić, będzie płonął i nie przeszkodzi ci to wcale trzymać go w palcach końcem nie płonącym.

Ciocia. Nietylko żelazo i miedź dobrze prowadzą ciepło i tę siłę zwaną elektrycznością, ale wogóle wszystkie metale zachowują się w ten sposób, a zatem i cynk i srebro i t. p. Dziwnem jest, że wodór posiada własność wspólną wszystkim metalom, tembardziej, że jest gazem, przez gazy bowiem ciepło i elektryczność przebiegają z trudnością. Niemetale zaś, takie jak siarka, węgiel kamienny, są złymi przewodnikami ciepła i elektryczności.

Adaś. Więc dlatego wodór zaliczają niektórzy do metali?

Ciocia. Nietylko dlatego. Jest to jedna dopiero przyczyna.

Staś. Są metale tak lekkie, że pływają po wodzie, jak potas i sod, są metale ciekłe, jak rtęć; żeby jednak metal fruwał sobie i był do tego najlżejszy ze wszystkich ciał znanych, tego doprawdy nigdybym się nie spodziewał.

Ciocia. Jest on gazem w temperaturze zwykłej, lecz ochłodź go, ściśnij mocno, a ujrzysz go w stanie ciekłym, a nawet stałym.

Staś. Jakby to zrobić, mój Boże! Chyba zaczekać trzeba, aż będzie silny mróz.

Ciocia. Takich mrozów nie bywa na ziemi, któreby mogły wodór zamienić na ciecz i na ciało stałe. Tylko za pomocą sztucznych sposobów można to uskutecznić. Pierwsi *Cailletet* i *Pietet,* dwaj uczeni szwajcarscy, skroplili wodór, a nawet doprowadzili go do stanu stałego. Z pośród naszych rodaków *Wróblewski* i *Olszewski* z Krakowa przeprowadzili wiele badań nad skropleniem się gazów. Przed niedawnym zaś czasem anglik *Dewar* skroplił znaczną ilość wodoru, poddawszy zwykły wodór gazowy bardzo silnemu ciśnieniu i oziębiwszy go do 205° niżej zera. Widzisz więc, Stasiu, że trzaskający mróz zimowy na nicby się tu nie zdał.

Znacie już wodór, znacie tlen, wiecie zatem, z czego woda się składa.

Staś. Wiemy, wiemy, znamy ją już dobrze. Jest to taka sobie ciecz, w której ukryte są dwa gazy.

Adaś. Z których jeden sam się pali a przytem gasi inne ciała płonące, drugi zaś nie płonie, lecz znakomicie pomaga ciałom płonąć.

Ciocia. Pomimo to nie znacie się jeszcze dobrze z wodą. Na przyszły czwartek opowiem wam o niej obszerniej.

Staś. Ach, ten czas, ten czas! Ani się sopostrzeżesz, jak godzina minie!

Adaś. Chciałbym, aby to już był przyszły czwartek.

Ciocia. I mnie pilno do was, drogie dzieci, bo widzę, że pogawędki nasze was zajmują.

Adaś. Jakby to dobrze było, gdyby ciocia mogła częściej do nas przychodzić! Choćby codzień wieczorem, na godzinkę!

Ciocia. Znalazłabym dla was i codzień godzinkę, ale nie korzystalibyście równie dobrze z pogadanek, gdyby były tak częste. Nie mielibyście czasu rozmyślać nad tem, o czem mówimy.

Adaś. To prawda, że mamy o czem rozmyślać przez cały tydzień.

Staś. Rozmawiamy ze sobą o tlenkach, gazach, powietrzu, wodanach. Znajomym swoim mamy też co opowiadać, zadziwimy ich teraz niemało wodorem. Muszę zrobić sobie koniecznie wielki balon, wypełnić go wodorem i puścić na nitce w ogrodzie. Nie wiem tylko, z czego zrobić ten balon, bo z papieru lub z bibuły wodór uciecze. Trzeba się nad tem dobrze namyślić.

Ciocia. A co obmyślisz, to mnie potem powiedz. Do przyszłego więc czwartku!

Dzieci. Do czwartku! Do czwartku!

WIECZÓR SIÓDMY.

Woda. Kryształ lodu. Destylacya wody. Cavendish i Lavoisier. Skład wody. Analiza i synteza wody. Volta i rozkład wody przez prąd elektryczny.

— „Jaka ciocia biała od śniegu!— wołał Staś, zdejmując z cioci futro w przedpokoju.— Wszędzie pełno śniegu: na futrze, na czapeczce, na mufce.“

Ewunia. Myśleliśmy, że ciocia już dziś nie przyjdzie, taki śnieg pada.

Adaś. Czekaliśmy z niecierpliwością, kiedy ciocia zadzwoni. Byłoby bardzo smutno, gdyby ciocia nie przyszła.

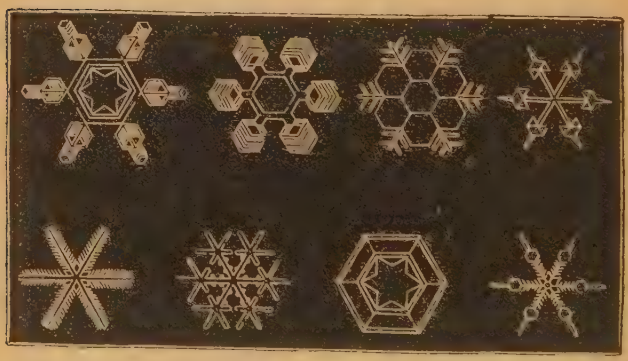
Ewunia. Ale cioteczka przyszła, nie chciała nas martwić.

Staś. Co do mnie, to pewny byłem, że ciocia przyjdzie, najprzód dlatego, że ciocia nie chciałaby nam zrobić przykrości, a powtóre, cóż to może szkodzić, że śnieg pada? To tem przyjemniej. Ja bardzo lubię być na śniegu.

Ewunia. Oho! Tak tylko mówisz, bo i ty, Stasiu, wyglądałeś cioci i podsłuchiwałeś, czy usłyszysz kroki jej na wschodach.

Staś. To swoją drogą, a swoją, że przepadam za śniegiem. Tak jest przyjemnie, gdy się te gwiazdki sypią i sypią i topnieją!

Adaś. Że też naprawdę płatki śniegu wy-



Rys. 22. Kryształki śniegu.

glądają jak gwiazdeczki! Ot, tu, na mutce cioci jak wyraźne mają kształty!

Ewunia. A na czapce! Patrzcie, jak są cudnie wyrzeźbione, jak się lśnią, jakie białe!

Ciocia. Weźmy mufkę lub czapkę ze sobą do pokoju i przyjrzyjmy się dokładnie płatkom śniegowym. Nie są to wcale bezkształtne bryłki zamarzłej wody, lecz symetryczne gwiazdki sześcioramienne olśniewającej białości. Ot ta, na-

przykład, gwiazdka, składa się po prostu z trzech sztabek skrzyżowanych przez środek, tak, że tworzą gwiadkę sześcioramienną. Inne są ozdobniejsze, gdyż ramiona ich nie są gładkie, lecz upiększone różnymi dodatkami, jakby listeczkami. Znalazł się pewien cierpliwy badacz, który przyglądał się długie lata płatkom śniegowym i wyliczył przeszło 1,000 odmian tych kryształów.

Adaś. Więc to są kryształy?

Ciocia. Nieinaczej.

Staś. Gdzie się one tworzą, proszę cioci?

Ciocia. A w chmurach. Wiecie przecież, że deszcz i śnieg padają z chmur. Otóż, gdy mróz chwyci parę wodną, bujającą wysoko w chmurach, wówczas w mgnieniu oka wykuwa ją w postać tych prześlicznych kryształków, wyciśniętych jak z formy, stanowiących płatki śniegu.

Adaś. Nie rozumiem jednak, dlaczego płatki te są tak symetryczne, dlaczego woda układa się zawsze tak ślicznie i jednakowo.

Staś. Jakto jednakowo? Wcale niejednakowo, skoro ten pan wyliczył przeszło tysiąc odmian kryształów lodowych.

Ciocia. Wszystkie te odmiany pochodzą od gwiazdki sześcioramiennej: upiększenia jej jedynie mogą być rozmaite. Adaś ma zatem rację, mówiąc, że kryształki śniegu są zawsze te same, gdyż wykute są według jednego wzoru. Jakim zaś sposobem kryształki tworzą się tak syme-

trycznie? Pytanie to ciekawe, a nie bardzo łatwe do rozwiązania. Uczony angielski *Tyndall* wytłomaczył to zjawisko w następujący sposób. Wszystkie ciała, powiada on, składają się z malutkich cząsteczek niewidzialnych gołem okiem. Woda więc składa się również z takich drobnych pyłków. W kropli wody jest niezliczona ich ilość. Siła, zwana spójnością, utrzymuje wszystkie te cząsteczki razem. Każdą taką oddzielną cząsteczkę możemy uważać za magnes. Cóż to znaczy? Wszyscy znamy magnes i wiemy, że przyciąga on żelazo do siebie: igła przylgnie do niego, wprost się do niego przyklei. Nie próbowaliście jednak, co będzie, gdy zbliżymy do siebie dwa magnesy. Oto mogą one przylgnąć do siebie, lub przeciwnie odepchnąć się. Każdy bowiem magnes ma dwa końce zwane biegunami: jeden zowie się biegunem północnym, drugi południowym. Szczególną rzeczą jest, że biegun północny i południowy przyciągają się wzajemnie, tak jakby się bardzo lubiły. To też jeśli dwa magnesy zbliżymy do siebie odrębnymi biegunami (to jest północnym i południowym), to się przyciągną. Przeciwnie zaś, jednakowe bieguny, a zatem północny i północny, lub południowy i południowy, odpychają się, jakby miały wstręt do siebie. To też, jeśli zbliżymy dwa magnesy jednakowymi biegunami (to znaczy południowymi lub północnymi), to się odepchną. Otóż *Tyndall* przypuszcza, że drobne cząsteczki ciał,

których nietylko gołem okiem, ale nawet przez najbardziej powiększające szkła nie możemy dojrzeć, zachowują się jak magnesy. Każda taka cząsteczka ma swój biegun północny i południowy. Jeśli więc pod wpływem zimna cząsteczki pary wodnej zbliżą się i ścisną tam wysoko w chmurach, jeśli nic nie zakłóci spokoju i dziać się to będzie w wielkiej ciszy, to cząsteczki ułożą się wówczas zgodnie z pociągiem wzajemnym, jakie ich bieguny mają do siebie, a zatem w pewnym porządku nieodmiennym, tak, że powstaną z tego wzory bardzo regularne. Dlatego to płatki śniegowe są kryształami.

Staś. A jeśliby, proszę cioci, tam wysoko w chmurach dął straszliwy wicher?

Ciocia. Toby przeszkodził swobodnemu ułożeniu się cząsteczek według pociągu, jaki mają ich bieguny względem siebie. Cząsteczki skupiłyby się, nie zachowując tej prześlicznej symetryi, która wzbudza podziw, ilekroć przyglądamy się cicho spadającym płatkom śniegowym.

Ewunia. A lód, proszę cioci? Dlaczego nie jest ścięty w kryształy? Wszak to także woda zamarzła, ale zupełnie inaczej, niż śnieg, gdyż tworzy masę przezroczystą.

Ciocia. Tyndall powiada, że w jasny dzień słoneczny można dostrzedz, patrząc przez szkło powiększające, kryształki w lodzie. Wyglądają one jak kwiatki, o sześciu płateczkach, są ciem-

ne i tylko środek mają jasny. Łatwo przekonać się możecie sami, czy Tyndall ma racyę.

Staś. Sprawdzimy to zaraz jutro, jeśli słońce będzie świeciło.

Ciocia. Lód jest naturalnie lżejszy od wody, gdyż po niej pływa. Dzieje się tak dlatego, że woda, ścinając się w lód, zajmuje więcej miejsca. Więc z kwarty wody będzie więcej niż kwarta lodu. Zachodzi teraz pytanie: dlaczego lód zajmuje więcej miejsca, niż woda? Ano z tego względu po prostu, że jest złożony z kryształów. Spróbujcie budownictwo wasze poukładać w gwiazdy, a przekonacie się, że nie zmieści się w pudełku. Ułóżcie je zaś jedno przy drugiem, a pomieści się w niem doskonale. Skoro więc cząsteczki wody układają się w kształcie gwiazd, to masa lodowa musi zajmować więcej miejsca, niż woda ciekła, gdzie cząsteczki leżą jedna przy drugiej. Z tego to powodu lód jest lżejszy od wody i po niej pływa.

Staś. A gdyby woda ściskała się od zimna a nie rozszerzała, toby może lód opadał na dno?

Ciocia. Nieinaczej, i źleby wtedy było na świecie.

Ewunia. Alboż to nie wszystko jedno, czy lód pływa po wodzie, czy opada na dno?

Ciocia. Duża w tem różnica. Lód pokrywa tylko powierzchnię wody, a pod lodem zostaje woda ciekła, w której ryby i różne zwierzęta i rośliny wodne mogą przezimować. Skoro

wiosna przyjdzie i słonko dogrzeje, wnet pryśnie cała przestrzeń lodów, a rzeka rozkuta z więzów popłynie swobodnie. Pomyślcie teraz, coby było, gdyby lód był cięższy od wody? Opadałby na dno wody, nicby nie ochraniało rzek od zamarzania do dna, wciąż zamarzałyby od powierzchni, a lód wytwarzany opadałby na dno. Dość, że rzeki, stawy, jeziora zamarzałyby do dna samego. W takich warunkach zwierzęta wodne nie mogłyby przezimować, a słońce musiałoby długo mozolić się, żeby rozpuścić wielkie masy nagromadzonego lodu. Może nawet całe lato nie starczyłoby w naszym kraju do roztopienia wszystkiego lodu, mielibyśmy lód latem, przez co lato byłoby daleko chłodniejsze, niż obecnie.

Ewunia. W takim razie cieszmy się, że lód jest złożony z kryształów i lżejszy od wody!

Adaś. Wszystko na tym świecie jest tak mądrze obmyślone, że ani rusz co zmienić. Zmienisz, to ci wyjdzie na gorsze.

Staś. Ciociu droga, powiedz nam też, czy lód zawiera także te dwa gazy: tlen i wodór?

Ciocia. Skład lodu jest zupełnie taki sam, jak skład wody ciekłej: i on i para wodna i woda ciekła składają się z wodoru i tlenu. Choć skupienie wody się zmienia, choć cząsteczki jej są raz bardziej rozsunięte, to znów mocniej ściśnięte, skład jej pozostaje jednaki. Zdziwicie

się, gdy wam powiem, że potas płonie na lodzie tak, jak i na wodzie.

Adaś. Czyli rozkłada wodę na tlen i wodór, łączy się z tlenem a wodór się wydziela.

Ewunia. Musi to wyglądać, jakby lód się palił.

Staś. Już muszę sobie koniecznie tę sztuczkę wypróbować. Lodu dostanę łatwo, a potasu kawałeczek kupię sobie w aptece.

Ciocia. Najprzód potasu nie wydadzą ci w aptece, a powtóre, nie zapominaj, Stasiu, że doświadczenie to jest połączone z pewnem niebezpieczeństwem. Potas strzela, pryska, jak jaki wulkanik na lodzie, i łatwo o nieszczęście. Takie rzeczy mogą pokazywać tylko ludzie doświadczeni, którzy wiele, bardzo wiele pracowali i dokładnie są obznajmieni z własnościami ciał. Zapoznaliśmy się więc z kryształem lodu, czyli wiemy, jak działa zimno na wodę. Ciekawa też rzecz, jak podziała ciepło na nią? Co się stanie, gdy wodę będziemy ogrzewali?

Ewunia. O tem wiemy wszyscy troje: woda zacznie się gotować i zamieniać na parę, a gdybyśmy wciąż ją grzali i grzali, to wreszcie wszystkaby wykipiała.

Ciocia. A czy wiecie, co to są te drobne bulki srebrzyste, któremi pokrywa się woda, zanim zacznie wrzeć?

Adaś. Może tlen i wodór wychodzą sobie z wody.

Staś. Prędzej para wodna gromadzi się tymi pęcherzykami.

Ciocia. Woda jest ciałem, w którem tlen i wodór są tak ściśle zespolone, że od takiego gorąca się nie rozłoży. Woda może całkiem wykipieć z garnka, a nie wypuści ze siebie ani jednego pęcherzyka tlenu lub wodoru.

Ewunia. Mnie się zdaje, że to chyba powietrze, gdyż wciska się ono wszędzie.

Staś. Co też ty mówisz, Ewuniu! Coby powietrze robiło w wodzie? Jakżeby mogło wcisnąć się w wodę, w której przecież niema najmniejszej szparki.

Adaś. Kto wie, czy Ewunia niema racyi? Zastanawiałem się już nieraz nad tem, jak ryby, raki i inne zwierzęta mogą oddychać w wodzie? Potrzebują one pewno powietrza, jak my, a są wciąż zanurzone w wodzie. Pomyślałem sobie, że powietrze musi być pewno w wodzie, ale nie wiem, jakim sposobem w niej się bierze.

Ciocia. Woda rozpuszcza w sobie powietrze.

Staś. Wiem, że rozpuszcza w sobie sól, cukier,—ale powietrze? Nie pojmuję, jak może ono rozpuszczać się w wodzie.

Ciocia. Różne gazy rozpuszczają się w wodzie: w wodzie sodowej jest mnóstwo rozpuszczonego gazu, zwanego węglowym. Tak samo jak gaz węglowy i inne gazy rozpuszczają się w wodzie. Powietrze, będąc w ciągłem zetknię-

ciu w wielką płaszczyzną wód, rozpuszcza się po trochu w wodzie, i z tego nawet powodu, jak Adaś słusznie mówi, zwierzęta wodne i rośliny, żyć mogą zanurzone w wodzie. Gdy wodę ogrzewamy, wówczas rozpuszczone w niej powietrze uchodzi sobie bąblami, tak, że w wodzie przegotowanej niema powietrza. Stąd nawet pochodzi różnica smaku.

Staś. Więc wszystka woda rzek i źródeł i stawów i jezior i mórz ma w sobie powietrze?

Ciocia. Nieinaczej, i z tego nawet powodu nie jest wodą czystą.

Ewunia. Woda z Wisły nie jest wodą czystą?

Ciocia. A nie, gdyż wodą czystą zowiemy taką wodę, która nic innego w sobie nie zawiera prócz wody. Tymczasem woda z Wisły zawiera dużo powietrza i innych ciał. Niesie ona zawsze ze sobą namuł, piasek, różne okruchy skał, kamieni, po których przepływa, lub które z brzegów w wartkim swym biegu obrywa. Ale i te zanieczyszczenia łatwo jest usunąć, bo zostawiwszy w karafce wodę mętną w spokoju, ujrzymy po pewnym czasie, jak męty z niej opadną na dno, a woda nad niemi się wyklaruje. Najtrudniej pozbyć się tych ciał stałych, które rozpuściły się w wodzie wiślanej, a ciał tych zawsze jest sporo.

Staś. Gdzież więc, ciociu, są rzeki, w których woda jest zupełnie czysta?

Ciocia. Takich rzek niema wcale na świecie i wszelka woda, dostarczana nam przez przyrodę, jest zanieczyszczona. Wszak styka się ona ciągle z powietrzem, które się w niej rozpuszcza, i z ziemią, w której znajduje się mnóstwo ciał rozpuszczalnych w wodzie.

Staś. Skąd się więc bierze woda czysta?

Ciocia. Robi się sztucznie, przez oczyszczanie zwykłej wody. Postępujemy tak, że wodę ogrzewamy w kotle zamkniętym. U góry wychodzi z niego rura długa, spuszczająca się następnie na dół i często skręcona od góry do dołu, jak wężownica. Rura ta jest zanurzona w zimnej wodzie. Otóż woda wre w kotle i zamienia się w parę, para zaś, nie znajdując innego ujścia, musi iść rurą. Skoro jednak wejdzie do tej części rury, która jest zanurzona w zimnej wodzie, wnet się skrapla, bo w rurze tej jest zimno. Tak samo skrapla się para, uchodząca z garnka, jeśli potrzymamy nad nią zimną pokrywę, i wogóle para zawsze się skropli, gdy zetknie się z ciałem chłodnem. Para wodna skrapla się zatem w wężownicy i spływa dolnym wylotem rury do naczynia, które się w tym celu podstawia. Taka woda zowie się *destylowaną*, a sposób jej przyrządzania—*destylacyą*. Jest to woda czysta.

Adaś. Niema w niej powietrza, bo powietrze wyfrunęło podczas gotowania się wody

w kotle i uszło rurą, ale co się robi z ciałami stałemi, które woda zawiera w rozpuszczeniu? Czy je para wodna porywa ze sobą?

Ciocia. Para wodna nie unosi ze sobą żadnych ciał stałych: są one za ciężkie, aby wyfrunąć z nią mogły. To też choć morza i oceany zawierają dużo soli w rozpuszczeniu, jednak para wodna, która z nich ulatuje, jest słodką i nikt nigdy nie widział słonego deszczu. Sól zostaje w morzu i tylko czysta woda ulatnia się w postaci pary. Tak samo się dzieje podczas destylacyi: wszystkie ciała stałe, które były rozpuszczone w wodzie, zostają w kotle i tylko czysta woda ucieka rurą, wężownicą, i zbiera się w naczyniu podstawionem. Gdy wszystka woda wyparuje z kotła, wówczas ciała stałe, zostające w kotle, wytwarzają na jego ścianach osad, który z czasem staje się grubą skorupą, zwaną kamieniem kotłowym.

Staś. Coby było, moja ciociu, gdyby wodę grzać do strasznie wielkiego gorąca?

Ciocia. Rozłożyłaby się wówczas na tlen i wodór.

Adaś. Trzeba chyba bardzo silnego gorąca, gdyż ciocia mówiła, że woda nie tak łatwo się rozkłada.

Ciocia. Woda wre w temperaturze 100°, rozkłada się zaś na tlen i wodór dopiero w temperaturze 2800°. Nie jest to jednak dogodny sposób przyrządzania tlenu lub wodoru, gdyż nie

łatwo rozpalić ogień, w którymby woda rozpadła się na gazy. Z tego nawet powodu utrzymywano przez czas długi, że woda jest pierwiastkiem.

Adaś. I o powietrzu myślano toż samo.

Ciocia. Ten sam mędrzec grecki Arystoteles, który poczytywał powietrze za pierwiastek, uważał i wodę za ciało proste, nie dające się rozłożyć. Mniemanie to przetrwało długie wieki, gdyż w tym samym prawie czasie, w którym poznano skład powietrza, poznano również skład wody.

Adaś. Pewny jestem, że Lavoisier dokonał tego.

Ciocia. Na wielkie odkrycia naukowe składa się często wielu uczonych. Widzieliśmy, że skład powietrza został rozstrzygnięty nie przez jednego tylko Lavoisiera, gdyż Priestley i Scheele wiele mu pomogli w odkryciach. To samo miało miejsce i ze składem wody, tak zdaje się prostym; mimo to przeszły długie wieki, zanim przekonano się naprawdę, co woda zawiera w sobie, i długi byłby spis wszystkich uczonych, którzy przyłożyli się do wyprowadzenia na jaw tej tajemnicy przyrody. Opowiem wam tu najprzód o angielskim uczonym Henryku Cavendishu, gdyż on to obok Lavoisiera położył duże zasługi w odkryciu składu wody.

Adaś. Czy to ten sam Cavendish, proszę

cioci, który tak jakby odkrył argon przed Ramsayem?

Rys. 23. Henryk Cavendish.

Ciocia. Ten sam. *Henryk Cavendish* urodził się w Nicei 1731 r. Mało mamy wiadomości, dotyczących jego lat dziecinnych i młodocia-

nych. Wiadomo, że stracił matkę, mając dwa lata, że mieszkał w Cambridge i Londynie, że uczył się z wielkiem zamiłowaniem. Był on bardzo bogaty; mówiono, że był najuczeńszy pośród bogaczy i najbogatszy pośród uczonych. Nie był żonaty, a olbrzymi swój majątek zostawił lordowi Jerzemu Cavendishowi, z którym widywał się nie częściej jak raz na rok i nie dłużej jak na dziesięć minut. Umarł 1810 r. samotnie, tak jak samotnem było jego życie. Służący jego opowiadał, że Cavendish, czując zbliżające się ostatnie chwile, kazał mu wyjść z pokoju i wrócić dopiero za pół godziny. Poczciwy lokaj, zaniepokojony, wrócił po chwili, lecz Cavendish z miną niezadowoloną kazał mu wyjść powtórnie. Skoro wrócił, lord Cavendish już nie żył. Życie tak samotne, jak Cavendisha, budzi współczucie. Matka odumarła go, gdy był niemowlęciem, tak, że nie zaznał ciepła uczuć rodzinnych. Nie miał żony, ni dzieci, a z bratem widywał się bardzo rzadko. Nie szukał u ludzi sympatyi ani przywiązania. Był znany ze swej oryginalności. W Londynie miał on wspaniałą bibliotekę, którą oddał na użytek publiczny, skoro jednak potrzebował sam jakiejś książki, wówczas wchodził do swej biblioteki jak obcy, prosił o nią i zostawiał kwit. Cavendish kierował się w życiu pewnemi zasadami, które stosował z całą ścisłością. Między innemi, postanowił nie tracić na próżno ani minuty czasu i nie powiedzieć daremnie ani je-

dnego słowa. Od służby bardzo mało wymagał i porozumiewał się z nią na migi. Miał zawsze jedno tylko ubranie, które w oznaczonym czasie zastępowano nowem, zupełnie takiem samem, z takiegoż materyału i tegoż koloru. Życie jego spływało z regularnością niezmierną. Czasem trafiała się sposobność oglądania jakichś nowych doświadczeń, porozmawiania z jakimś uczonym, lub nauczenia kogoś. Były to jedyne chwile, w których naruszonym bywał porządek jego niezmiernie regularnego żywota, gdyż życie swe prowadził on ze ścisłością nie mniejszą jak doświadczenia. Cavendish był prawdopodobnie największym oryginałem ze wszystkich uczonych. Był on obdarzony niezwykle genialnym umysłem. Pracował jakby dla siebie, dla własnego zadowolenia, i nie przywiązywał wagi do wrażenia, jakie praca jego wywrze na innych. To też nie troszczył się wcale o to, kiedy doświadczenia jego i odkrycia będą podane do wiadomości publicznej, i często czekały one długo, zanim zostały ogłoszone. Nigdy zazdrość nie targnęła tem prostem i szlachetnem sercem i szczerą była jego radość z odkryć naukowych, dokonanych przez innych. Nie troszczył się też wcale o swe bogactwa: żył skromnie i pomagał młodym a zdolnym ludziom do skończenia nauk. Życie spływało mu bez trosk—to też doczekał się późnej starości i do ostatka zachował świeżość umysłu.

Umarł okryty chwałą, znany i ceniony w całej Europie.

Ewunia. Wydaje on mi się jakimś straszliwie dumnym i pysznym, chłodnym i zimnym.

Ciocia. Gdyby miał wiele pychy, toby się pysznił swemi bogactwami, szukałby zaszczytów, bawiłby się i zbytkował. Przeciwnie, Ewuniu, Cavendish jest typem niezmiernie sympatycznym: będąc młodziutkim, zamiast się bawić, wolał się zamknąć w swych pokojach i czytać, uczyć się. Żył jedynie dla nauki, gdyż ją umiłował do głębi swej istoty.

Ewunia. Ale ludźmi to jakby pogardzał.

Ciocia. Wcale nie pogardzał niemi. Był on tylko mało uczuciowy i nie starał się pozyskać sobie miłości ludzi. Cały oddał się nauce i mało co widział poza nią. Ludzie nie byli mu potrzebni do szczęścia, i z tego względu należy go żałować, gdyż przyjaźń i miłość ludzi mogą dać nam wiele szczęścia, którego on nigdy nie zaznał. Nauka pochłonęła go zupełnie, z niej czerpał całą swą pomyślność, zadowolenie, ukojenie, radość, z niej miał uciechy i strapienia, ją jedną wielbił i cenił nadewszystko. Nie gardził on ludźmi, ale poprostu nie odczuwał potrzeby zbliżenia się, zbratania, przyjaźni. Nie był zimnym, gdyż współczuł niedoli ludzkiej i był podobno dobroczynny. Sam żył najskromniej i zadawalał się małem. Dbał tylko o to naturalnie, aby mieć pracownie, przyrządy, książki,

o ubranie zaś, jadło, wygody dbał bardzo mało.

Staś. Najmniej mi się podoba, że on zawsze tak żył jednakowo, bez żadnej zmiany. Straszliwieby mi się to sprzykrzyło.

Ciocia. Rozrywek szukał w nauce. Był on niezmiernie ścisły w swych doświadczeniach, to jest robił je bardzo dokładnie i sumiennie, rozważał każdy drobiazg, baczył na każdy szczegół. Nic nie uszło jego uwagi. To też dokonał ważnych odkryć. On to odkrył azot, w tym samym prawie czasie co Rutherford, którego uważają zwykle za jedynego odkrywcę azotu. On to wyliczył, jak już wspomniałam wam poprzednio, wiele jest azotu i tlenu w powietrzu. A uczynił to tak ściśle, że liczby, które podał, uznane są do dziś dnia za dokładne. Jest to jego zasługa, gdyż w czasie, w którym żył, nie znano tak dokładnych przyrządów, nie znano sposobów tak ścisłego badania, jak dzisiaj. On też zbadał własności wodoru...

Staś. Czy to on odkrył wodór?

Ciocia. Wodór był znany od bardzo dawnych czasów, gdyż od XVI wieku, Cavendish jednak pierwszy zapoznał się z nim bliżej. On zbadał także, z czego składa się kwas zwany azotowym i woda, gdyż otrzymał ją sztucznie z tlenu i wodoru.

Adaś. Ciekawym, jak się wziął do tego?

Ciocia. Było to w 1781 roku. Cavendish

zmieszał w mocnem naczyniu miedzianem 10 kwart wodoru z 25 kwartami powietrza i wywołał wybuch tej mieszaniny. Po wybuchu zbadał wnętrze naczynia i przekonał się, że ściany jego pokryte były rosą. Zgarnął tę rosę starannie. Po bliższem zbadaniu rosa ta okazała się wodą czystą. Dzisiaj wiemy dobrze, że wodór połączył się z tlenem zawartym w powietrzu na wodę. W owym jednak czasie nie wiedziano o tem wcale i myślano, że woda jest pierwiastkiem, to jest ciałem, nie dającem się rozłożyć. Dość, że Cavendish przyrządził wodę sztucznie, wprost z tlenu i wodoru, czyli dokonał jej syntezy. Uczony ten, sprawdziwszy wielokrotnie, że tak jest a nie inaczej, wywnioskował, że wodór i część powietrza zamieniają się w wodę.

W tymże samym roku jeden ze znajomych Lavoisiera zawiadomił go o tem doświadczeniu i o wniosku, który Cavendish z niego wyciągnął. Lavoisier powtórzył naturalnie to doświadczenie, które wielce go zaciekawiło. Lavoisier spalił wodór w czystym tlenie (a nie w powietrzu, jak jego poprzednik) i otrzymał dość znaczną ilość wody czystej — on też pierwszy ośmielił się wypowiedzieć, że: „rezultatem spalenia wodoru jest czysta woda, woda zatem nie jest pierwiastkiem, ale związkiem wodoru z tlenem.“

Ewunia. Zawsze lubił on korzystać z tego, co drudzy zrobili. Nie lubię tego.

Adaś. Ależ, Ewuniu, opamiętaj się. Nic

w tem złego niema. Wszyscy ci uczeni: Lavoisier, Priestley, Scheele, Cavendish, żyli w tym samym czasie, zajmowali się temi samemi rzeczami, a że Lavoisier widział głębiej i szerzej od innych, to jest jego zasługą.

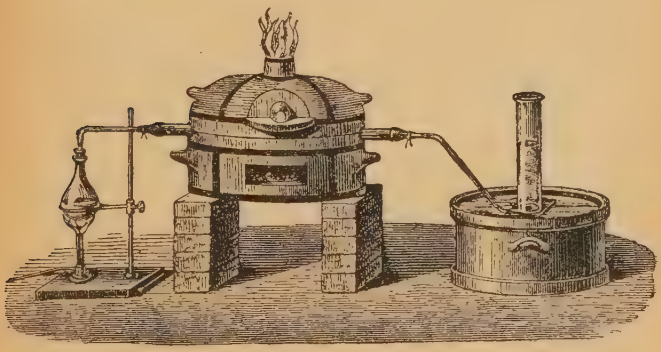
Ciocia. Lavoisier nie poprzestał zresztą bynajmniej na doświadczeniu Cavendisha. To, co Lavoisier wielkiego dokonał, moja Ewuniu, nie zasadzało się na samych doświadczeniach, bardzo zresztą pięknych i przekonywających. Stokroć ważniejszymi były wnioski, które wysnuwał z doświadczeń. Jeżeli Cavendish, Priestley i Scheele wyprzedzili Lavoisiera w odkryciu nowych ciał, w przeprowadzeniu nowych doświadczeń, to nikt go nie wyprzedził w szerokiem zrozumieniu doniosłości tych doświadczeń, nikt ich nie objaśnił tak głęboko i naukowo. Cavendish zrobił pierwszy wodę z pierwiastków, czyli dokonał jej syntezy. Lavoisier zaś nietylko robił wodę sztucznie, dopełnił on bowiem odkrycie swego poprzednika przez rozkład wody naturalnej na pierwiastki, czyli dokonał pierwszy jej analizy.

Staś. Pewno ogrzał wodę tak strasznie, że wypuściła tlen i wodór.

Ciocia. Bynajmniej, rozłożył parę wodną przez żelazo.

Adaś. Wspomniała nam ciocia, że żelazo, ogrzane do czerwoności, wybiera tlen z pary wodnej i rdzewieje, a wodór sobie wychodzi swobodnie.

Ciocia. Ten sposób obmyślił właśnie Lavoisier: napełnił rurę opiłkami żelaznemi przedtem zważonemi, bo miał zwyczaj zawsze posługiwać się wagą. Rurę ustawił nad mocnym płomieniem. Rura ta połączona była z jednej strony, za pomocą cienkiej rurki, z naczyniem, w którem gotowała się woda,—z drugiego zaś jej końca wychodziła rurka wygięta, której koniec za-



Rys. 24. Rozkład wody przez żelazo.

nurzony był pod dzwon pełny wody, wstawiony w miskę z wodą. Lavoisier ogrzewał tedy naczynie z wodą, aby wciąż wrzała i puszczała ze siebie parę, która nie mając innej drogi, musiała przechodzić przez rurę, gdzie opiłki żelazne ogrzewane były do czerwoności. Żelazo wyciągało tlen z pary wodnej, zostawiając wodór, a ten, nie mając gdzie się podziać, musiał wędrować

rurką wygiętą pod dzwon i tu się gromadził. Po ukończeniu doświadczenia Lavoisier zważył rdzę i przekonał się, że ważyła więcej, niż opiłki żelazne. „Nic w tem dziwnego—myślał Lavoisier—tlen przyłączył się do żelaza, więc rdza musi więcej ważyć, niż samo żelazo. Związek jest zawsze cięższy od jednego z pierwiastków, z których się składa.“ Zmierzył on również ilość otrzymanego wodoru i pomyślał sobie tak: Ta ilość wody, która się rozłożyła, zawiera ot tyle wodoru i tyle a tyle tlenu. Wodór zebrałem pod dzwonem i wiem, ile jego jest — tlenu wprawdzie nie zebrałem, ale wyliczyłem, ile go wypuściła para wodna ze siebie. Wyliczyłem zaś tym sposobem, żem zważył opiłki żelazne a następnie zważyłem rdzę, co się z nich zrobiła. Rdza ważyła więcej, niż żelazo, z powodu tlenu, który w sobie zawierała—ten przybytek wagi spowodowany był zatem tlenem i jest wagą tlenu. Otóż Lavoisier przekonał się, że tlenu było *prawie* 8 razy więcej na wagę, niż wodoru. Ponieważ zaś ciekawy był, czy tak zawsze będzie, więc powtórzył to doświadczenie raz i drugi i zawsze otrzymywał tę samą ilość wodoru i tlenu z wody. Późniejsi uczeni, idąc za śladem Lavoisiera, wzięli się gorliwie do ścisłego zbadania, ile w wodzie jest tlenu a ile wodoru, i otrzymali liczby daleko dokładniejsze, a mianowicie, że w wodzie jest *równo* 8 razy więcej na wagę tlenu, niż wodoru. Dowiedziano

się zatem nietylko, że woda składa się z wodoru i tlenu, ale nawet w jakiej *ilości* zawarty jest w niej tlen, a w jakiej wodór. Tak to Lavoisier wszystko sprawdzał wagą i jak mógł najściślej obliczał. Gdyby Cavendish miał zwyczaj ważenia i sprawdzania wszystkiego wagą, to doszedłby może do tych samych wyników.

Adaś. Woda przechowuje zatem w sobie 8 razy więcej tlenu, niż wodoru; wszystko jedno skąd się wodę weźmie, czy z pod biegunów, czy z pod równika, z głębi ziemi, z deszczu, lodowców, z jakich niebądź krajów — zawiera ona zawsze tlen i wodór w oznaczonej ilości.

Ciocia. Nieinaczej, ale wodę trzeba oczyścić z obcych domieszek. Nie zapominajcie, że mówimy o wodzie czystej, pozbawionej powietrza i ciał stałych w niej rozpuszczonych. Z dziewięciu funtów wody czystej można wydobyć 8 funtów tlenu i funt wodoru. Lavoisier jednak nietylko wodę rozkładał: on ją również i sztucznie otrzymywał, zapalając wodór w czystym tlenie, a nie w powietrzu, jak Cavendish. Pomimo to świat uczony nie mógł się dać przekonać, że istotnie woda nie jest pierwiastkiem. Dopiero 1790 r. trzech uczonych francuskich: *Fourcroy*, *Seguin* i *Vauquelin*, rozproszyło wszelkie pod tym względem wątpliwości. Wzięli oni dużą kolbę szklaną, zamkniętą, do której jedną rurą doprowadzili tlen, drugą wodór. Za pomocą odpowiedniego urządzenia, zapalili mieszaninę gazową.

Gazy płonąc wytwarzały wodę, która osiadała na ścianach szklanych kolby i spływała na jej dno. Doświadczenie to trwało 185 godzin; przedłużono je tak długo, w celu otrzymania znaczniejszej ilości wody. Otrzymano 385 gramów wody, czyli blizko funt wody, którą przechowują do dziś dnia w muzeum nauk przrodniczych w Paryżu.

Adaś. Że też ludziom nie wystarcza to, co obmyślił taki Lavoisier, i chcą sprawdzić nie wiem wiele razy, co powiedział taki geniusz. Jabym mu tam wierzył we wszystkiem.

Ciocia. Można było rzeczywiście wierzyć Lavoisierowi i Cavendishowi, bo byli to pierwszorzędni uczeni, którzy z wielką sumiennością doświadczali. Ludzie jednak nie tak łatwo pozbywają się dawnych swych przekonań. Pomyślcie tylko, że od najgłębszej starożytności sądzono, że woda jest pierwiastkiem. Tak się to zakorzeniło, tak wydawało naturalnem, iż trudno było uznać to za fałsz. Tem większa zasługa przypada w udziale tym, co przeciw takim fałszom powstali i je zwalczyli.

Staś. Ogromnie mi się podoba sposób obmyślony przez Lavoisiera, aby wodę rozkładać przez żelazo.

Ciocia. On też pierwszy dowiódł, że rdza zawiera w sobie tlen i żelazo, i nazwał ją tlenkiem żelaza. On również nadał nazwę wodorowi, nazwał go *hydrogenium*, czyli wodorodem,

a zatem ciałem, tworzącem przez spalenie wodę. Woda więc jest ciałem spalonem: jest ona spa-

Rys. 25. Volta.

lonym wodorem i z tego powodu palić się już nie może.

Staś. Ale można ją, jakby to powiedzieć...

odpalić, czyli wydobyć z niej wodór i tlen. Opowiadała nam ciocia, ze przez wielkie gorąco można wodę rozłożyć, że żelazo ogrzane do czerwoności czyni toż samo. Chciałbym wiedzieć, czy są też jakie inne sposoby rozdzielenia wody na tlen i wodór?

Ciocia. Nieinaczej. Jest jeden jeszcze sposób, o którym wam wspomnę. Jeśli nie jesteście zbyt znużeni, to wam opowiem jeszcze o jednym uczonym.

Adaś. O uczonym! Opowiedz, ciociu, proszę!

Staś. Nie jesteśmy zmęczeni.

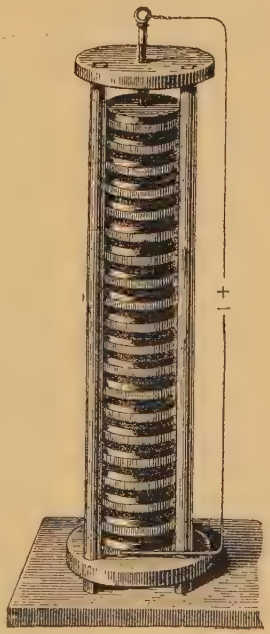
Ewunia. Posłuchamy z przyjemnością.

Ciocia. Uczony ten zwał się *Volta.* Był on włochem i profesorem w Padwie. Pewnego razu obmyślił taki przyrząd: wziął krążek drewniany, na nim położył grosz miedziany, na groszu okrągłą blaszkę cynkową, tej samej wielkości, na blasze zaś cynkowej mały kawałeczek sukna także okrągły i tej samej wielkości. Sukno to zwilżył wodą zakwaszoną. Na suknie kładł znowu grosz, na groszu krążek cynkowy, potem znów sukno, aż zrobił się z tego *stos.* Sterczące do góry z podstawki drewnianej trzy kijki podtrzymywały krążki, aby nie runęły. U wierzchu przykryte one były również krążkiem drewnianym. Czy dacie wiarę, że ten stos blaszek metalowych, poprzedzielanych suknem zwilżonem, stanowił wynalazek pierwszorzędnej wagi? Volta

nazwał go *stosem*, gdyż istotnie jest on stosem krążków miedzianych, cynkowych i sukiennych.

Staś. Dotychczas nie widzę nic szczególnego w tym stosie. I jabym potrafił zbudować taki stos.

Ciocia. Na tem jednak nie koniec. Volta poprzyczepiał druty na obu końcach stosu. Jeden drut wychodził z dołu, gdzie był krążek miedziany — drugi zaś od cynku, który był na górze. Wyobraźcie sobie zdziwienie Volty, gdy wziąwszy oba druty, każdy w jedną rękę, odczuł wstrząśnięcie. Wstrząśnięcie to powtarzało się raz po raz, póki nie wypuścił z rąk drutów. Otóż okazało się, że w stosie tym wywiązywała się siła, zwana elektrycznością, która w postaci prądu przebiegała przez stos i przez ciało Volty, potem napowrót wracała do stosu, przelatywała przez niego i znów biegła od rąk przez ciało Volty i t. p. Za każdym



Rys. 26. Stos Volty.

razem Volta czuł wstrząśnięcie. W istocie, wciąż się wytwarza elektryczność. Płynie ona nieprzerwanym strumieniem, a gdy druty są zbliżone, to z jednego drutu przeskakuje na drugi, wydając iskry. Jeden drut zowiemy biegunem dodatnim, drugi ujemnym. Volta zawiadomił wnet o swoim wynalazku cały świat uczony. W Anglii uczeni natychmiast wzięli się do dzieła i zbudowali sobie taki sam stos. Pewnego razu, gdy starali się wywołać prąd elektryczny w stosie, mozolili się długo i nic wskórać nie mogli. Zaczęli się więc przyglądać stosowi i szegółowo rozpatrywać, jaka przyczyna stawała im na przeszkodzie. Zauważyli wówczas, że miejsce, w którem drucik przytykał do blaszki ostatniej, było suche. Wzięli więc trochę wody i zwilżyli blaszkę. Ze zdumieniem spostrzegli wówczas, że z wody zaczęły wychodzić bańki, tak jak z wody sodowej. Był to jakiś gaz. Ponieważ w czasie tym wiedziano już, że woda składa się z gazów, więc domyślano się, że woda wypuszcza z siebie wodór i tlen. Jako prawdziwi uczeni, nie chcieli poprzestać na przypuszczeniach i postanowili przekonać się na pewno, czy jest tak lub inaczej. Wzięli więc naczynie z wodą i zanurzyli w nie oba druty, czyli bieguny stosu. Stało się tak, jak się spodziewali. Bańki gazowe zaczęły się gromadzić, ale przy jednym tylko drucie. Drugi zaś drut zardzewiał.

Adaś. Pewno od tlenu.

Ciocia. Nieinaczej. Tlen wychodził z wody i gromadził się przy jednym biegunie, a że biegun ten był drutem żelaznym, więc tlen przylgnął do niego i wytworzył rdzę. Wodór zaś swobodnie wytruwał sobie z wody przy drugim drucie, czyli biegunie. Tak więc przekonano się, że prąd elektryczny rozkłada wodę na tlen i wodór, i że każdy z tych gazów wychodzi sobie przy innym biegunie.

Adaś. Nie rozumiem dobrze, czy ten prąd przepływa sobie przez wodę?

Ciocia. Nieinaczej. Jeśli oba druty wezmę do ręki, to prąd elektryczny udzieli się memu ciału, przejdzie przeze mnie, poczem przechodzi przez drut do stosu i wciąż krąży. Jeśli zaś oba bieguny włożę w wodę, to zmuszę prąd do przebieżenia przez wodę, gdyż niema on innej drogi. Przelatując zaś przez nią, rozkłada ją, rozdziela na tlen i wodór. Jest to bardzo dogodny sposób rozłożenia wody. Dziś używają stosów ulepszonych, a wodę rozkładają w naczyniu zwanem *voltametrem.*

Jest to po prostu szklanka z dnem drewnianem, przez które przeprowadzają oba bieguny ze stosu. Bieguny te robią jednak nie z żelaza, lecz z miedzi, z którą tlen nie łączy się tak łatwo, jak z żelazem. W naczynie wlewa się woda, a nad każdym biegunem, sterczącym z dna, ustawiają dwie butelki szklane jednakowej wielkości dnem do góry i pełne wody. Jeśli

puścimy prąd, to tlen i wodór zaczną wydobywać się z wody. Tlen zgromadzi się w jednej flaszce, a wodór w drugiej. Wiecie jednak, co się stanie dziwnego? Oto wodoru będzie zawsze dwa razy więcej na objętość, niż tlenu.

Adaś. Jakim sposobem, proszę cioci? Wszak tlenu jest 8 razy więcej, niż wodoru, w wodzie.

Ciocia. Na wagę, ale nie na objętość. Waga jest ciężarem jakiegoś przedmiotu, a objętość jego to miejsce, które on zajmuje. Można zatem otrzymać z wody dwie kwarty wodoru, a jedną tlenu. Ta jedna kwarta tlenu waży ośm razy więcej, niż dwie kwarty wodoru, czyli 16 razy więcej, niż jedna kwarta wodoru. To też, choć wodoru jest dwa razy więcej na objętość, niż tlenu w wodzie, jednak ten tlen waży 8 razy od niego więcej. Teraz znacie już dobrze skład wody.

Adaś. A tak, bo wiemy, że zawiera wodór i tlen i wiele na objętość i wagę tych gazów w niej się znajduje.

Ciocia wstała od stołu i nakładając rękawiczki, obiecywała dzieciom, że na przyszły czwartek będą znów doświadczenia. Staś bardzo się z tego ucieszył, Adaś zaś i Ewunia obiecywali sobie rozmawiać do przyszłego czwartku o Cavendishu, Lavoisierze i o tym cudownym sposobie rozkładania wody, obmyślonym przez Voltę.

WIECZÓR ÓSMY.

Bezwodniki. Siarka i jej bezwodnik. Fosfor i jego bezwodnik. Zapałki. Arszenik.

— „Dobry wieczór, droga ciociu, dobry wieczór!“—wołały dzieci, tańcząc i skacząc dokoła cioci, która tylko co przyszła i rozwijała jakąś paczkę, pełną zapewne ciekawych rzeczy.

Ciocia. Cóż tam u was słychać? Myślałyście dużo, drogie dzieci, przez cały tydzień? Kto o czem rozmyślał?

Staś. Zbierałem grosze, bo koniecznie chcę zrobić sobie taki stos, jak Volta. Mam już grosze, krążki drewniane i podpórki, brakuje mi tylko krążków cynkowych i kwasu siarczanego. Dostałem także od mamy kawałek sukna. Zrobię sobie stos! I będę elektryczność puszczał przez wszystkie ciała, które znajdę! Może nawet dokonam ważnego jakiegoś odkrycia tym sposobem.

Adaś. Rozmawialiśmy z Ewunią o Cavendishu i Lavoisierze. Podoba mi się, że Lavoisier tak śmiało wypowiadał to, co uważał za prawdę, i nie troszczył się, czy inni się z nim zgodzą.

Ciocia. Ja również mam dla niego wiele uwielbienia za odwagę i cierpliwość, z jaką zwalczał fałsze, od wieków zakorzenione.

Staś. I takie prześliczne robił doświadczenia! Jabym także z przyjemnością palił rozmaite ciała, jak Lavoisier. Spalił wodór i zrobił wodę...

Rzs. 27. Siarka.

Ewunia. Spalał metale i robił tlenki metaliczne.

Ciocia. Palił on również niemetale, takie jak siarka, fosfor, węgiel, i wiele ciekawych odkryć poczynił nad niemi.

Staś. Widzieliśmy, jak siarka płonie w tlenie.

Ewunia. Wiemy doskonale, jak się węgiel pali.

Adaś. Ale o fosforze jeszcze nie wiemy. Nie widzieliśmy go nawet i nie wiemy, jak płonie.

Ciocia. O siarce i węglu mało co więcej wiecie. Widzieliście wprawdzie, jak płoną, ale nie wiecie, co się tworzy z tego palenia. Przyniosłam wam trochę siarki. Ten żółty kryształ przeświecający, koloru cytrynowego, jest siarką. Przyjrzyjcie mu się bliżej. Wydobyto go prawdopodobnie z jakiegoś krateru, gdyż siarkę znajdujemy często w kraterach wulkanicznych. Ot tu mam kawałeczek siarki bezkształtnej, to jest nie ściętej w kryształy.

Staś. A ja, ciociu, mam kawałek siarki kupionej w aptece, wyglądającej jak kawałek żółtej świecy. Skąd bierze się taka siarka?

Ciocia. W łonie ziemi znajdujemy siarkę krystaliczną lub bezkształtną. Najwięcej jest jej w Sycylii, na tej wyspie, co leży na południu Włoch. Istnieją tam olbrzymie kopalnie siarki, z których minerał ten rozchodzi się na wsze strony świata. Wykopują tam siarkę zmieszaną często z różnymi innymi minerałami. Otóż oczyszczają ją z tych domieszek i puszczają w handel w kształcie lasek lub świec.

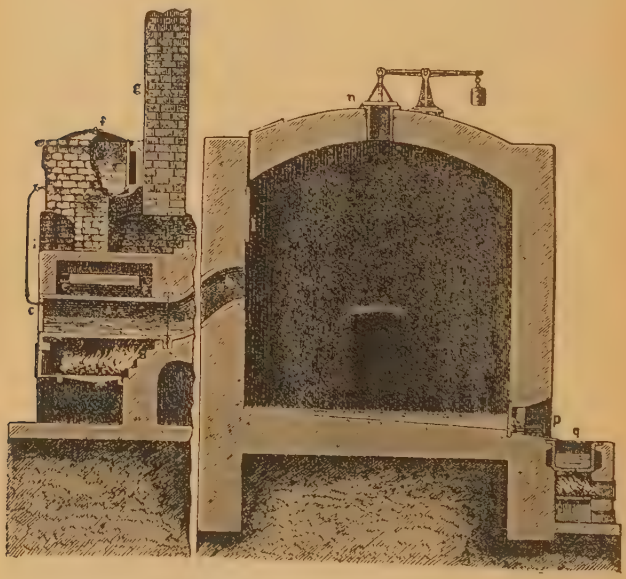
Adaś. Musi być bardzo trudno siarkę oczyścić.

Staś. Pewno płuczą wodą. Brud wycieka, a siarka zostaje.

Ciocia. Byłby to sposób bardzo łatwy, gdyby domieszki rozpuszczały się w wodzie. Ale siarka

jest najczęściej zmieszana z ziemią, piaskiem, gliną, takiemi więc ciałami, których woda nie rozpuści.

Adaś. Co tu robić?



Rys. 28. Destylacya siarki.

Ciocia. Po prostu destylują siarkę. Ogrzewają ją w kotle: siarka bardzo łatwo się topi, wre i paruje. Pary jej, pięknej barwy pomarańczowej, wylatując z kotła, przechodzą rurą do dużej komory zimnej. Para siarki ścina się

w tem zimnie i osadza na ścianach w postaci malutkich kryształków, zwanych kwiatem siarkowym. W miarę jednak jak coraz więcej par siarczanych bucha do tej komory, ściany jej się rozgrzewają, tak, że wreszcie kwiat siarkowy się topi i spływa kroplami na dno komory. Dno to jest naumyślnie zrobione pochyło, a na samym dole jest upust. Siarka płynie po pochyłości, wylatuje prez upust i wycieka. Wcieka do form drewnianych naumyślnie podstawionych. Formy te mają kształt świec lub lasek. Skoro siarka w nich skrzepnie i ostygnie zupełnie, wówczas otwierają formy i wyjmują z nich laski siarkowe.

Rys. 29. Laska siarkowa, wychodząca z formy.

Adaś. Rozumiem doskonale, że siarka wre, paruje, że pary jej przechodzą do zimnej komory, krzepną i t. p. Nie wiem jednak, jakim sposobem wpływa to na oczyszczenie siarki.

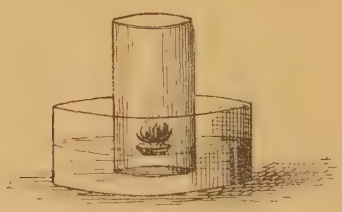
Ciocia. Po prostu dlatego, że tak jak woda paruje sama jedna, a obce ciała, w niej będące, zostają w kotle,—tak samo siarka ulatnia się sama jedna, ziemia zaś, glina, piasek pozostają w kotle, bo są za ciężkie, aby je ulatująca siarka porwać mogła ze sobą. To też siarka, która wcieka w formy, jest czystą i zowie się *siarką rafinowaną albo oczyszczoną.* Twój kawałek siarki, Stasiu, jest więc siarką oczyszczoną.

Staś. Proszę cioci, niech go ciocia weźmie

sobie do doświadczeń. Próbowałem ją już palić, ale tak straszny zapach idzie z siarki, która się pali, żem nie mógł wytrzymać.

Ciocia. To właśnie doświadczenie chcę wam dziś pokazać. Poproszę tylko o głęboki talerz, dość duży słój i jaką niepotrzebną pokrywkę metalową, choćby od pudełka od szuwaksu.

Staś. Pokrywkę mam! Oto jest, proszę cioci, bo to, widzi ciocia, ja gromadzę sobie róż-



Rys. 30. Siarka płonęła pod słojem.

ne materyały do doświadczeń: co znajdę godnego uwagi, wnet chowam. Mam już sporo przeróżnych rzeczy.

Ewunia. Przyniosłam słoik i talerz z wodą.

Ciocia. Doskonale! Mamy wszystko, czego nam trzeba.

Ciocia położyła na pokrywce kawałek siarki i zapaliła ją zapałką. Siarka płonęła płomieniem błękitnym, wypuszczając z siebie jakiś dym biały, duszący, o bardzo przykrym zapachu.

Staś nie zbliżał się zbytnio, gdyż wiedział już dobrze o tem, jak to nieprzyjemnie wciągnąć w siebie choć trochę tego dymu. Gdy się siarka dobrze rozpaliła, wówczas ciocia ustawiła pokrywkę metalową na powierzchni wody w talerzu i przykryła słojem. Po chwili siarka zgasła. Biały dym wypełnił słój, tak, że nic w nim widać nie było.

Ciocia. Zaczekajmy trochę, wnet się w słoju wszystko wyklaruje.

Adaś. Prawda! Już teraz dym zaczyna rzednąć.

Ewunia. O! widać już pokrywkę z siarką.

Adaś. Jakim sposobem dym ten znika? Co się z nim robi? Gdzie się podziewa?

Ciocia. Zastanów się nad tem, a sam odpowiesz na to pytanie.

Adaś. W słoju niema najmniejszej szparki, którąby mógł uciec; u dołu woda go nie puszcza,—więc na pewno dym ten pozostaje wewnątrz słoju. Pod słojem zaś jest powietrze, woda i dym siarkowy. Z początku dym ten buchnął z siarki w powietrze—poczem zwolna zniknął z powietrza. Musiał się on, proszę cioci, schować chyba w wodę. Skoro niema go w powietrzu, to musi być w wodzie, bo nic innego niema przecież pod słojem.

Staś. A może zrobiło się jakoś inaczej?

Ciocia. Adaś ma racyę. Dym, powstający z palącej się siarki, rozpuścił się powoli w wo-

dzie: woda go pochłonęła, a powietrze wyklarowało się pod słojem.

Staś. Gdyby ciocia mogła pokazać nam wyraźnie, że dym, który idzie z siarki płonącej, rozpuszcza się w wodzie, toby było dobrze. Ale pewno niema na to sposobu?

Ciocia. I owszem, mam dowód, stwierdzający, że jest tak naprawdę. Przyniosłam wam arkusik papieru niebieskiego. Jest to bibułka lakmusowa niebieska. Mamy bowiem dwa gatunki bibułki: czerwoną i niebieską. Widzieliście, że czerwona błękitnieje pod wpływem wodzianów i wogóle ciał alkalicznych. Bibułka błękitna zmienia także swoją barwę w niektórych razach.

Ciocia podniosła słój i umoczyła kawałeczek bibułki niebieskiej w wodzie, zawartej w talerzu. Bibułka zrobiła się czerwoną.

Staś. Tam bibułka czerwona robiła się niebieską, tu zaś bibułka niebieska czerwienieje.

Adaś. A w wodzie zwykłej czy zmienia ona także swą barwę?

Ciocia. Łatwo to sprawdzić. Patrzcie! Maczam kawałeczek bibułki takiej w wodzie zwyczajnej: pozostaje ona niebieską.

Adaś. Więc to para siarki rozpuszczona w wodzie barwi ją na czerwono?

Ciocia. Tylko nie para siarki! Parę siarki otrzymuje się przez gotowanie siarki. My zaś paliliśmy siarkę, a nie gotowali. Duża w tem

różnica. Ten biały dym to nie para siarczana, która jest barwy pomarańczowej i jest pierwiastkiem, jak i sama siarka. Biały zaś dym, który się rozpuścił w wodzie, jest związkiem, siarka bowiem płonąca wybiera tlen z powietrza, łączy się z nim i wytwarza związek...

Adaś. Jest to więc tlenek.

Ciocia. Nieinaczej. Zowią go dwutlenkiem siarki. Rozpuścił się on zatem w wodzie i nadał jej szczególniejsze jakieś własności, skoro niebieski papierek lakmusowy czerwieni się pod jej wpływem. Co się zaś tyczy smaku, to pozwolę wam skosztować kropelkę tej wody, z warunkiem, aby zaraz potem wypluć ją i usta przepłukać. Skosztuj ty, Stasiu, co lubisz wszystko badać zblizka. Jakże ci smakuje?

Staś. Wcale niezłe, tylko kwaśne!

Ewunia i Adaś wzięli również po kropelce tej wody na koniec języka. Ewunia okrutnie się skrzywiła i zaczęła zawzięcie wypluwać, obiecując sobie nigdy już nie kosztować takich niesmacznych rzeczy. I ona jednak i Adaś powiedzieli, że Staś ma racyę, gdyż woda jest kwaśną.

Ciocia. Zobaczymy, czy bibułka niebieska zmieni się również w innej cieczy kwaśnej, np. w occie.

Ewunia przyniosła z kredensu trochę octu w kieliszku, ciocia umoczyła w nim bibułkę niebieską, a ta wnet zczerwieniała.

Staś. Mam kawałek cytryny. Ciekawym, czy od cytryny bibułka także zczerwienieje?

Ciocia ukrajała mu spory kawałek bibułki lakmusowej; Staś malutki jej kawałeczek skropił sokiem cytrynowym, resztę zaś starannie schował, obiecując sobie czynić z nią rozmaite próby. Skropiona sokiem cytrynowym bibułka mocno zczerwieniała.

Ciocia. Widzicie więc, że różne ciecze kwaśne jednakowo działają na bibułkę niebieską: wszystkie ją czerwienią. To też bibułka taka jest wielce pożyteczna, gdyż bez skosztowania wykazuje czy dane ciało jest kwasem. Bardzo to jest wygodnie, gdyż istnieją ciała tak straszliwie kwaśne, iż parzą i są okrutnemi truciznami.

Staś. Jednem słowem, bibułka czerwona służy do rozpoznawania ciał ługowych, a niebieska do wykrycia ciał kwaśnych.

Ciocia. Nieinaczej Okazuje się zatem, że dym, uchodzący z płonącej siarki, a będący dwutlenkiem siarki, rozpuszczając się w wodzie, wytwarza kwas, bo woda ta jest kwaśną. Kwas ten jest siarkawym. Tlenek zaś siarki zowiemy *bezwodnikiem*, co ma oznaczać, że jest to jakby kwas bez wody. Skoro bowiem rozpuści 'się w wodzie i z nią połączy, wówczas zamienia się w kwas.

Staś. Jakże się cieszę! Wiem teraz, jak zrobić sobie kwas siarczany, którego tak

bardzo potrzebuję do swojego stosu. Będę palił siarkę i dym z niej czyli wodnik...

Adaś. Bezwodnik.

Staś. Czyli bezwodnik rozpuszczał w wodzie. Wcale łatwy i tani sposób.

Ciocia. Uważaj tylko, aby nie zakrztusić się bezwodnikiem siarkawym i nie sparzyć się płonącą siarką. Jeżeli, Ewuniu, poplamisz kiedy biały fartuszek jakimś sokiem owocowym, np. wiśniowym lub malinowym, to bezwodnikiem siarkawym doskonale sobie wywabisz plamy. Zapal kawałek siarki na pokrywce metalowej i nad dymem, który będzie się unosił, potrzymaj splamiony fartuszek, skropiwszy go wodą. Plama zniknie, gdyż duszący gaz ją wygryzie. Najlepiej jednak zwróć się z tem do Adasia: on ci pomoże.

Sześćdziesiąt lat temu, ogrodnicy z okolic Newcastle w Anglii zwrócili się do sławnego chemika Faraday'a z zapytaniem, dlaczego nie udaje się im hodowla fijołków fioletowych. Wszystkie bowiem fijołki, rosnące w tamtych stronach, były białe. Zaciekawiło to Faraday'a. Zaczął szukać przyczyny tego zjawiska i wkrótce ją znalazł. W pobliżu było wiele fabryk, które paliły węglem, bogatym w siarkę, a bezwodnik siarkawy, wychodzący wysokimi kominami fabrycznymi, odbarwiał fijołki, rosnące w okolicy.

Bardzo ładne można zrobić doświadczenie z fijołkami. Bierze się kilka kawałeczków siarki, zapala je na jakiej metalowej pokrywce

i przykrywa lejkiem w ten sposób, aby szyjka jego sterczała do góry. W wązki otwór tej szyjki wkłada się mały bukiecik fijołków. Gdy tak fijołki pobędą czas jakiś nad parą siarki, to zupełnie zbieleją.

Staś. Oho! doświadczenie to można łatwo zrobić w domu.

Ciocia. Z warunkiem, aby się nie poparzyć płonącą siarką.

Rys. 31. Odbarwianie fijołków.

Ewunia. Bez Adasia nie weźmiemy się do tego. Ale gdy on zechce nam pomódz, to zrobimy bukiet białych fijołków i ofiarujemy mamie.

— „Nie poprzestaniemy dziś na siarce—rzekła po chwili ciocia—mam tu malutki kawałeczek fosforu.“

Ewunia. W tej buteleczce!

Staś. Czy ciocia trzyma go w nafcie, jak potas?

Ciocia. Nie, moje dziecko, fosfor trzymam

w wodzie, gdyż wody nie rozkłada i nie rozpuszcza się w niej, a w nafcie niknie powoli, gdyż się w niej rozpuszcza. Wyjmuję go ostrożnie szczypcami z flaszki i kładę na bibule.

Ewunia. Taki żółty, jak wosk.

Ciocia. I jak wosk prawie miękki. Rozkraję go na dwie części: jedną włożę napowrót do słoika, drugą zachowam do doświadczenia.

Ewunia. Ależ ten fosfor ma przykry zapach.

Adaś. Czuć go czosnkiem.

Staś. Patrzcie, patrzcie, dymi z niego...

Ewunia. A prawda, wychodzi z niego maluśki, biały obłoczek.

Ciocia. Zobaczycie wnet, jak on wygląda po ciemku.

Ciocia położyła fosfor szczypczykami na drugiej pokrywce metalowej, która tym razem pochodziła z pudełka po landrynkach i ofiarowana została również przez Stasia. Z dumą wyjął ją ze swej szuflady, gdzie gromadził materyały do przyszłej pracowni, i podał cioci. Ciocia zgasiła lampę. Dzieci spostrzegły wkrótce, że fosfor świecił w ciemnościach. Było to światełko mdłe, podobne do blasku świętojańskiego robaczka.

— „Dlaczego fosfór świeci w ciemności?“— zawołano, gdy ciocia napowrót zapaliła lampę.

Ciocia. W tej chwili odpowiem wam na to

pytanie, wprzód jednak muszę wam pokazać, jak bardzo łatwo fosfor się zapala. Muszę się spieszyć, gdyż obawiam się jakiego wypadku, o co nie trudno z fosforem i chcę pozbyć się go jak najprędzej. Fosfor zapala się przez proste potarcie, czasem rozgrzeje się nieco i staje w płomieniach. To też ostrożnie trzeba z nim się obchodzić, nie brać w rękę, nie nachylać się nad nim, gdyż płonący strasznie parzy. Rany od fosforu są nawet niebezpieczne, bo fosfor jest silną trucizną, i trudne są do zagojenia.

Ciocia nalała na głęboki talerz dość wody, puściła pokrywkę z fosforem na wodę, poczem wzięła długi pręt szklany, ogrzała go nieco nad lampką spirytusową, kazała dzieciom się oddalić i dotknęła nim fosfor. Ten w jednej chwili stanął w płomieniach (patrz rys. 9), gdyż ciepło od rozgrzanej laski szklanej wystarczyło, aby go zapalić. Wówczas ciocia czemprędzej przykryła go słojem szklanym. Dzieci spostrzegły, że fosfor palił się światłem białem i olśniewającem. W pokoju rozszedł się zapach czosnku. Pod słojem zaś fosfor palił się jeszcze chwilkę, otaczając się gęstymi kłębami białego dymu. Wreszcie światło zgasło.

Ewunia. Słój napełniony białym dymem, jak mlekiem.

Staś. Dym ten jest jeszcze daleko gęściejszy, niż dym z siarki.

Ciocia. Ale i on rozpuści się powoli w wo-

dzie, a powietrze w słoju zwolna się oczyści. Zanim to nastąpi, zastanówmy się nad trzema rzeczami. Zauważyliście, że fosfor, leżąc swobodnie na powietrzu, otacza się białym obłoczkiem, że dymi. Zauważyliście, że świeci w ciemności, widzieliście, jak łatwo się zapala i jak wspaniale się pali. Zachodzi pytanie, dlaczego dymi, dlaczego świeci w ciemności? Otóż fosfor jest niezmiernie chciwy tlenu: leżąc na powietrzu, wciąż wybiera tlen i powolutku się pali. Z tego powolnego palenia powstaje dym, który leciutkim obłoczkiem białym otacza go, gdy swobodnie leży na powietrzu. W biały dzień lub przy świetle lampy nie widać malutkiego światełka, które bije od niego. W ciemności zaś wyraźnie widzimy, że fosfor świeci, czyli powolutku się tli, lub, jak mówią, utlenia się. W ciemności każde światełko, choćby najdrobniejsze, odrazu bije w oczy. Dlatego fosfor jest niebezpieczny: jest on podobny do wulkaniku, który w każdej chwili może wybuchnąć. Przy lada sposobności fosfor może się zapalić, a wówczas spala się w jednej chwili, roztaczając dokoła siebie światło olśniewające i wydając gęste białe dymy. Tę własność fosforu spożytkowano do wyrobu zapałek. Trudno nam sobie dziś przedstawić, jak ludzie mogli się obywać bez zapałek. A przecież nie tak dawnym jest czas, gdy posługiwano się hubką. Zaledwo siedemdziesiąt lat minęło, gdy fran-

cuz, nazwiskiem *Sauria*, wynalazł przypadkiem zapałki.

Staś. Bardzom ciekaw, jak to było.

Ciocia. Było to 1830 r. Sauria był w owym czasie uczniem i gorliwie zajmował się chemią.

Adaś. Słyszałem, że istnieje taka nauka, ale nie zdaję sobie sprawy, czem się ona zajmuje?

Ciocia. Ano tem, o czem my tu wciąż rozprawiamy.

Staś. Jakto! Więc ciocia opowiada nam o chemii?

Adaś. Myślałem, że to coś strasznie trudnego.

Ciocia. Ależ najtrudniejszą rzecz można uczynić łatwą! Chemia jest nauką o przemianach, którym ulega materya. Mam np. siarkę, palę ją i zamieniam na bezwodnik: jest to pierwsza przemiana chemiczna. Bezwodnik ów rozpuszczam w wodzie i otrzymuję kwas: jest to druga przemiana chemiczna. Zobaczymy, że i kwas mogę jeszcze rozłożyć i zamienić na nowe ciało. Lavoisier, Priestley, Scheele, Cavendish byli chemikami; oni to właśnie badali wszelkie przeobrażenia, którym ulegają ciała, związki, które tworzą, rozkłady, którym podlegają.

Ale wracajmy do naszego fosforu. Otóż młodziutki Sauria zabawiał się w domu powtarzaniem doświadczeń, które widział na lekcyi. Pewnego razu czynił różne próby z fosforem, gdy wtem wpadł na myśl, czy czasem fosfor, za-

palony przez potarcie, nie zapali drzazgi drewnianej. Długo się nad tem mozolił, aż mu się wreszcie udało.

Dziś wyrabiają zapałki w taki sposób: za pomocą odpowiedniej maszyny krają cienkie wystrugane drewienka. Maczają je jednym końcem w roztopionej siarce, a następnie główkę zapałki maczają w masie fosforowej.

Staś. Na co siarka! Umoczyć wprost patyczek w masie fosforowej i basta. Gdy potrę taką zapałkę, masa się rozgrzeje i zapłonie, a od fosforu zajmie się drewienko i mam ogień na zawołanie.

Ciocia. Otóż właśnie drewienko nie zajęłoby się od płomienia fosforu. Fosforu jest bardzo malutko, spala się on w jednej chwili, a drzewo nie zajmie się od tego ognia. Dlatego siarka jest potrzebna. Siarka zajmuje się odrazu od płomienia fosforu, bo łatwiej się zapala od drzewa. Od płomienia zaś siarki ogień prześlizguje się na drewienko. Tym sposobem zapałki zapalają się przez tarcie na każde zawołanie, i mamy z nich wielką wygodę. Stanowi to naturalnie niemałe niebezpieczeństwo, że zapałki zapalają się przez proste potarcie. Łatwo w tych warunkach o wypadki. Przytem wyrabianie zapałek grozi robotnikom utratą zdrowia, gdyż fabryki takie są zawsze przepełnione wyziewami fosforowymi, które są trujące. W wielu

krajach nie wolno już wcale wyrabiać podobnych zapałek.

Adaś. Jakże sobie dają tam radę bez zapałek?

Ciocia. Wyrabiają tam inne zapałki. Skoro bowiem przekonano się, do jakiego stopnia wyrabianie masy fosforowej jest szkodliwe, zaczęto gorliwie poszukiwać innych sposobów otrzymywania zapałek. I znaleziono zapałki szwedzkie, które dobrze znacie, bo u nas są powszechnie używane. W łebkach takich zapałek niema wcale fosforu; są w nich inne materye, zapalające się łatwo, gdy je potrzeć o papier napojony fosforem...

Staś. A więc jest w nim fosfor...

Ciocia. Ale nie zwykły fosfor żółty, lecz czerwony. Jeśli zwykły fosfor, który wam przed chwilą pokazywałam, ogrzewać będziemy silnie w naczyniu zamkniętem, z którego wypchnięto powietrze, a na jego miejsce napuszczono gazu oświetlającego, jaki się pali w latarniach po ulicach,—jeśli go tak ogrzewać będziemy długo, pilnie bacząc, aby się nie zagotował...

Staś. Ależ to niemożebne! Fosfor za lada ogrzaniem się zapala, więc i w tem naczyniu wystrzeliłby przepysznym ogniem.

Adaś. Ależ gdzież tam: fosfor pali się w powietrzu, z którego tlen wciąż wyciąga. A ciocia powiada, że fosfor grzeją w naczyniu bez

powietrza, w naczyniu, w którem zamiast powietrza jest gaz oświetlający.

Ciocia. Tak jest, a w gazie tym fosfor palić się nie może, gdyż gaz ów nie zawiera tlenu. Można więc śmiało ogrzewać go kilka godzin, nawet kilka dni, to jest aż do czasu, gdy zupełnie się zmieni. A zmienia się on do niepoznania: z żółtego staje się ciemno-czerwony. Jest to nowy gatunek fosforu, wielce się różniący nietylko kolorem od fosforu żółtego. Fosfor czerwony nie świeci w ciemności, nie zapala się przez tarcie i wogóle trudniej łączy się z tlenem od żółtego, z którego powstał. Co jednak jest bardzo ważne to, że fosfor ten nie jest wcale trujący. Otóż zapałka szwedzka zapala się przez tarcie o papier napojony takim fosforem. Papier ten, koloru brunatnego, jest naklejony po obu bokach pudełka, w którem schowane są zapałki.

Ewunia. A prawda! Zapałki szwedzkie nie zapalą się, gdy je potrzeć o ścianę

Ciocia. Przeto są daleko bezpieczniejsze od zapałek, które w łebkach swych mają fosfor żółty, i nie zatruwają robotników, którzy je wyrabiają.

Adaś. Gdzie też, ciociu, wykopują fosfor? Gdzie znajdują go, w jakich krajach?

Ciocia. Fosforu czystego nie znajdujemy nigdzie w przyrodzie. Łatwo zrozumiecie po zastanowieniu się, że taki minerał jeśli był kiedyś na

świecie, to nie mógł potrwać długo i wypalić się musiał do szczętu.

Staś. Skąd więc, droga ciociu, biorą ludzie fosfor?

Ciocia. Z kości.

Staś. Jakto z kości? Z jakich kości?

Ciocia. Ano, fosfor znajduje się wszędzie potrochu: w ciele człowieka, zwierząt i roślin, mamy go jednak najwięcej w kościach.

Staś. I kości nasze nie zapalą się?! A ciało nasze od potarcia nie staje w ogniu?

Adaś. Ciocia z nas chyba teraz żartuje, bo niepodobna, aby tak straszna trucizna, jak fosfor, była w naszem ciele.

Ciocia. Oczywiście, fosfor czysty, jako pierwiastek, nie mógłby istnieć w kościach naszych. Związki jednak fosforu nie są wcale trujące, ani palne, i one to obficie rozsiane są w naszem ciele. Macie tu doskonały przykład różnicy szalonej, jaka istnieje między własnościami pierwiastku a związków, które wytwarza. Dość powiedzieć, że ze szkieletu człowieka dorosłego można wydobyć około siedmiu funtów fosforu czystego, a zatem bardzo znaczną ilość ciała, stanowiącego jedną z najstraszliwszych trucizn i obdarzonego szaloną łatwością spalania się. Związki fosforu nic nie są do niego podobne i znajdują się obficie w przyrodzie. Najwięcej ich kopią we Francyi i Belgii, a u nas znajdują się na Podolu.

Ewunia. Proszę cioci, białe kłęby dymu fosforowego zniknęły już pod słojem.

Staś. Ach! Jak się też woda wysoko podniosła pod słojem!

Adaś. Zapewne dlatego, że fosfor, paląc się, wybrał tlen z powietrza, a na miejsce tlenu weszła pod dzwon woda.

Ciocia. Nieinaczej. Fosfor bardzo dokładnie wybiera tlen z powietrza, gdyż ma do niego wielki pociąg, tak, że tu pod tym słojem mamy prawie czysty azot, a na dowód przekonajmy się, czy świeca w nim płonąć będzie.

Ciocia słój podniosła i wsunęła weń palącą się świecę: świeca zgasła, jakby pogrążona w wodę.

Adaś. Ciocia opisywała nam już to doświadczenie z fosforem.

Ciocia. Teraz dopiero je wam pokazałam, gdyż chciałam, abyście z niego prawdziwie skorzystali. Widzieliście, jak się fosfor pali, jak woda pod dzwonem się podnosi, a pod dzwonem pozostaje prawie czysty azot, w którym światło gaśnie. Obaczmy jeszcze papierkiem lakmusowym niebieskim, jaki smak ma woda, w której rozpuścił się dym fosforowy.

Ewunia. Papierek zczerwieniał.

Staś. Jest to woda kwaśna, kwaśna, kwaśna!

Adaś. Zapewne biały ten dym jest tlenkiem fosforu.

Ciocia. Który zowiemy bezwodnikiem.

Adaś. Dlatego, że jest kwasem bez wody, a skoro rozpuści się w wodzie, wówczas zamienia się w kwas fosforowy.

Ciocia. Dlatego woda ta jest kwaśną i błękitną bibułkę lakmusową barwi na kolor czerwony.

Staś. Nie pojmuję teraz, dlaczego potas i sod, paląc się, tworzą tlenki, które rozpuszczają się w wodzie, dają jej smak ługu, a siarka i fosfor tak samo się palą, tworzą tlenki, które rozpuszczają się w wodzie, dają jej smak kwaśny.

Ciocia. W pierwszym razie mamy wodziany, w drugim zaś kwasy. Ale kwasy i wodziany są związkami bardzo a bardzo od siebie różnymi Powstają one wprawdzie w tych samych warunkach, ale z innych pierwiastków. Wszystkie metale wytwarzają tlenki metaliczne, które, łącząc się z wodą, zamieniają się na wodziany, o smaku ługowym, niebieszczące czerwoną bibułkę lakmusową. Wszystkie zaś niemetale dają tlenki zwane bezwodnikami, od których pochodzą kwasy, czerwieniące lakmus niebieski.

Adaś. A zatem z potasu, sodu, magnezu, żelaza, miedzi, można otrzymać wodziany, a z siarki, fosforu, węgla—kwasy.

Ciocia. Nieinaczej. Jest to bardzo ważna różnica, i na jej mocy rozdzielamy pierwiastki na dwie wielkie grupy: metali i niemetali. Niemetalem jest również *arsen.*

Staś. Czy ten sam, co go nazywają arszenikiem?

Ciocia. Arsen jest pierwiastkiem, a arszenik jest jego bezwodnikiem, czyli tlenkiem. Arsen jest ciałem stałem, szarawem, błyszczącem. Gdy się go ogrzeje do czerwoności, wówczas sam wybucha płomieniem i płonie błękitnawem mdłem światłem, wypuszczając białe obłoki, które czuć czosnkiem. One to są właśnie związkiem arsenu z tlenem, zwanym arszenikiem a będącym niebezpieczną trucizną.

Na przyszły raz opowiem wam o różnych innych bezwodnikach. Zobaczycie, jak ciekawe są to związki.

Adaś. Mój Boże, już ciocia idzie!

Ewunia. Krótka była dziś lekcya.

Staś. Ale zato zajmująca! Już to ja bardzo cioci dziękuję za niebieski papierek lakmusowy. Będę nim próbował wszystko, co się da. Może nawet odkryję coś nowego i przekonam się, że takie lub inne ciało jest kwaśne, o czem nikt dotychczas nie wiedział.

Ciocia. Życzę ci szczęścia w poszukiwaniach. Zwrócę ci jedynie uwagę na to, że bardzo jest łatwo próbować to i owo papierkiem lakmusowym, i że dawno już ludzie dobrze wiedzą, co smakuje kwaśno, a co ługowo.

Staś. A może szczęśliwym jakimś wypadkiem natrafię na ciało jeszcze nie wypróbowane i zadziwię świat cały nowem odkryciem.

Ale prawda, co tam! Wezmę się może lepiej do zapałek. To daleko ciekawsze! Sauria niechcący odkrył zapałki fosforowe,—może mi się uda wynaleźć jakiś nowy zupełnie gatunek zapałek, zupełnie bez fosforu, nawet bez czerwonego.

Ciocia. Wolę już, żebyś próbował papierkiem lakmusowym. To bezpieczniejsze. Opowiesz mi za tydzień, coś znalazł.

— „Do widzenia, kochana ciociu!"— wołały dzieci, a Staś wybiegł aż na wschody za ciocią, aby dowiedzieć się, czy będą doświadczenia na przyszły czwartek. Ciocia obiecała, ku ogólnej uciesze, pokazać wiele ciekawych rzeczy na przyszłej pogawędce czwartkowej.

WIECZÓR DZIEWIĄTY.

Bezwodnik węglowy. Węgiel i jego odmiany. Grafit. Dyament. Własności bezwodnika węglowego. Czad. Woda wapienna. Bezwodnik węglowy i rośliny. Węgiel w przyrodzie żyjącej.

— „Przez cały tydzień szukałem kwasów — mówił Staś — próbowałem i próbowałem papierkiem lakmusowym najrozmaitsze ciecze. Przekonałem się, że zupa szczawiowa i barszcz czerwienią niebieski papierek lakmusowy. Konserwy z pomidorów także czerwienią go, tylko mama gniewała się na mnie, żem niechcący wylał ich cały słoik. W najsłodszem jabłku, w najsmaczniejszej pomarańczy muszą być również jakieś kwasy. Ale najdziwniejsze to, co Adaś odkrył. Pewny jestem, że to nie lada odkrycie i że nawet ciocia się zdziwi.“

Ciocia. Cóż takiego? Opowiedz Adasiu.

Adaś. Tatuś pije często wodę selcerską. Przyszło mi na myśl spróbować papierkiem lak-

musowym, jakiego ona smaku. Zdziwiliśmy się wszyscy, gdy papierek lekko zczerwieniał, nie domyślilibyśmy się przecież nigdy bez tego papierka, że w wodzie tej jest jakiś kwas.

Ewunia. Czy to bardzo ważne odkrycie? Staś powiada, że kryć się w tem musi jakaś ważna tajemnica.

Ciocia. Nie tak to łatwo coś odkryć, i do tego ważnego. Woda selcerska zawiera w sobie gaz, który bąbelkami ucieka i unosi wodę w szklance do góry, gdy raptownie jej napuścić z syfonu. Woda ta nieco szczypie, gdy się jej napić. Gaz ów, trochę szczypiący i trochę kwaśny, jest bezwodnikiem węglowym.

Ewunia. Na razie wydaje się to niemożliwe, aby gaz, pochodzący naturalnie z węgla, mógł się znajdować w wodzie selcerskiej przejrzystej. Ale teraz wiem, że węgiel jest czarny, a związki węgla mogą być białe, lub bezbarwne.

Staś. I zupełnie węgla mogą nie przypominać!

Ciocia. Czy tylko pewna jesteś, Ewuniu, że węgiel jest zawsze czarny?

Ewunia. Ależ najpewniejsza! Nigdym innego węgla nie widziała.

Staś. Oho! Ciocia napewno z nas żartuje.

Ciocia. Bynajmniej. Nie jest to wcale rzecz taka pewna, jak mniemacie. Fosfor bywa żółty i czerwony, a nie przestaje być fosforem. Może i z węglem dzieje się coś podobnego.

Adaś. Ale jak? Czy są różne odmiany węgla, tak jak fosforu?

Ciocia. Nieinaczej. Zastanówmy się nad tem, że węgiel kamienny, którego się używa na opał, nie jest czystym węglem, pierwiastkiem. Węgiel kamienny zawiera dużo ciał w sobie prócz węgla. Jedne z nich są lotne i wylatują podczas palenia się węgla, inne są stałe. Czemże jest popiół, który zostaje po węglach? Wszak nie węglem,—węgiel bowiem, paląc się, uchodzi w powietrze, w postaci gazu, niewidocznego dla oka. Skądże więc bierze się popiół? Ano z tych ciał, które znajdują się w węglu kamiennym a nie są węglem, i nie mogą wyfrunąć hen w powietrze, jak gazy.

Staś. Rozumiem to doskonale, że w węglu kamiennym pierwiastek węgiel jest pomieszany z innemi ciałami. Nie pojmuję tylko, jak jakieś ciała lotne mogą znajdować się w węglu kamiennym!

Ciocia. Widzieliście koks, ów węgiel szary, dziurkowaty i lekki? Wiecież, skąd się on bierze? Oto po prostu ogrzewamy do silnego gorąca węgiel kamienny w jakiemś mocnem naczyniu. Pod wpływem gorąca, gazy, zawarte w węglu kamiennym, zaczynają z niego uchodzić. Wylatują sobie powoli, aż wszystkie z niego wyjdą. Wówczas z węgla kamiennego zrobi się koks. Jest to więc węgiel kamienny bez gazów.

Ewunia. Niechże nam ciocia powie, jak

wygląda węgiel czysty: jeśli nie jest czarny, to jakiej jest barwy?

Ciocia. Znacie dyament?

Ewunia. Ten drogi kamień przejrzysty, jak szkło, i wysyłający prześliczne ognie tęczowe? Widzieliśmy go nieraz w kosztownych klejnotach.

Ciocia. Zowią go królem klejnotów, gdyż jest najpiękniejszy i najkosztowniejszy pośród drogich kamieni. Mimo to, dyament jest po prostu węglem, lecz węglem najczystszym i ściętym w postać kryształu. Widzisz więc, Ewuniu, że najczystszy węgiel nie jest wcale czarny.

Ewunia. Bywają jednak podobno i czarne dyamenty.

Ciocia. Bywają i żółte, zielonkawe, niebieskawe. Ale dyament bezbarwny, jak szkło, jest z nich wszystkich najczystszy. Tamte są zabarwione domieszkami ciał obcych.

Staś. Dlaczegoż więc, proszę cioci, nie zrobią sztucznych dyamentów? Wziąć po prostu węgla czystego i jakimś sposobem ściąć go w kryształy.

Ciocia. W tem właśnie leży trudność cała. Bo węgiel łatwo się ścina w kryształy, ale w kryształy grafitu, nie dyamentu.

Adaś. Słyszałem, że ołówki wyrabiają z grafitu. Czy to z tego, o którym ciocia mówi?

Ciocia. Z tego samego. Grafit jest węglem skrystalizowanym, ale nie tak czystym, jak dya-

ament. Zupełnie inaczej od niego wygląda. Jest szary, silnie błyszczący, kształtu blaszek sześciokątnych, a tak miękki, że można rysować go paznogciem. Kryształy zaś dyamentu mają kształt ośmiościanów przezroczystych i niezmiernie twar-

Rys. 32. Kryształy dyamentu.

dych. Dyament jest najtwardszem ciałem znajdowanem w przyrodzie.

Przez długi czas próbowano zamienić węgiel na dyament, ale nadaremnie: zamiast dyamentu robił się grafit. Aż znalazł się uczony, któremu udało się dokonać trudnego zadania. Był to francuz, *Henryk Moissan*. Odkrycie jego

nie było wcale dziełem przypadku, lecz wynikło z głębokich rozmyślań i prób. Zaczął on od tego, że bardzo szczegółowo zbadał dyament, a pierwszym, który poznał, czem jest dyament, był *Lavoisier.*

Staś. Znów Lavoisier, wiecznie Lavoisier!

Ciocia. Do czasów Lavoisiera nie wiedziano wcale, czem jest dyament. On pierwszy spalił dyament, zebrał gazy, które z niego wyfrunęły i przekonał świat cały, że są one po prostu bezwodnikiem węglowym, który tworzy się zawsze wówczas, gdy się węgiel pali. Innych gazów nie znalazł, przeto wywnioskował, że w dyamencie nie było innych ciał, prócz czystego węgla. Otóż Moissan, współczesny nam chemik francuski, badając dyamenty na różne sposoby, zauważył, że wszystkie zawierają w sobie odrobinę żelaza—ale to taką odrobinę, że wprost nazwać ją można śladem.

Pobudziło go to do zastanowienia i rozmyślania. „Aby węgiel ściąć w kryształy—myślał sobie—trzeba go rozpuścić, gdyż ciało stałe nie może zmienić swego kształtu samo przez się. Trzeba więc węgiel w czemś rozpuścić, pozostawić w spokoju, a wówczas cząsteczki jego zbliżą się i ułożą jako kryształy."—Bardzo łatwo sobie powiedzieć: trzeba węgiel rozpuścić. Ale w czem? Węgiel nie rozpuszcza się ani w wodzie, ani w kwasach, ani w sodzie żrącej — a jedynie roztopione metale, w szczególności zaś żelazo,

rozpuszczają węgiel. Jeśli w roztopione i wrzące żelazo wrzucimy kawałek węgla, to zniknie on jak cukier w wodzie i śladu po sobie nie zostawi. „Wiem już, jak zrobię! — pomyślał sobie Moissan—rozpuszczę węgiel w żelazie wrzącem. Może tam gdzieś w głębinach ziemskich dyament tworzy się w podobny sposób. W głębi ziemi musi być straszliwie gorąco: zapewne żelazo płynie sobie roztopioną lawą, a skoro napotka na swej drodze węgiel, wówczas rozpuszcza go w sobie. Skoro żelazo ostyga, węgiel występuje z niego i ścina się w kryształy. Kto wie, czy nie tak właśnie powstają dyamenty?“

Moissan długi czas rozmyślał nad tem i próbował, czy węgiel zamieni się mu na dyament. Roztapiał żelazo, we wrzące wrzucał węgla, ostudzał. Węgiel się ścinał, ale, niestety, w postać sześciokątnych blaszek grafitu. Moissan nie zrażał się niepowodzeniem. „Musi tu być jeszcze coś, czego nie zbadałem—pomyślał.—Trzeba bliżej zgłębić rzeczy.“ Zaczął więc zastanawiać się nad tem, jak to dyament kształtuje się w łonie ziemi. I nie zadawalał się samem rozmyślaniem, ale wziął się do poznawania skał i pokładów, w których znajdowano dyamenty. Skały te były bardzo zbite, tak jakby były niegdyś strasznie ściśnięte, a potem porozrywane na okruchy i rozrzucone. „Już wiem — mówił sobie Moissan — w głębi ziemi, gdzie tworzyły się dyamenty, musiało panować silne ciśnienie i okrutne gorąco.

Spróbuję i ja, czy pod ciśnieniem i w mocnym ogniu wytworzą mi się dyamenty. Trzeba brać przykład z przyrody i postępować jej śladami.“ I cóż powiecie! Gdy we wrzące i strasznie rozgrzane żelazo wrzucił węgla i potężnie to wszystko ścisnął, wówczas po ostygnięciu masy przekonał się, że węgiel zamienił się na maluśkie kryształki dyamentu

Staś. Brawo! Brawo!

Ciocia. Dotychczas otrzymują jednak tym sposobem tylko bardzo malutkie dyamenciki. Niemniej jednak doszedł Moissan do tej cudownej przemiany węgla czarnego i zwykłego w prześliczny i drogocenny dyament. Stanowi to niemały tryumf naukowy.

Ewunia. A gdzie, proszę cioci, kopią dyamenty?

Ciocia. Dyamentów znajdowano dawniej moc wielką w Indyach, w Azyi. Lecz kopalnie te znacznie zubożały. Obecnie bogate kopalnie ich znajdują się w Afryce południowej i w Brazyli w Ameryce. Grafit zaś kopią w Anglii, Francyi i Hiszpanii.

Adaś. Już to grafit pożyteczniejszy jest od dyamentu, gdyż służy do robienia ołówków, a dyament tylko do ozdoby.

Ciocia. Bynajmniej. Piękniejsze tylko okazy dyamentów są używane do klejnotów, pośledniejsze zaś z powodu twardości służą do szlifowania; używają ich nawet do wiercenia otworów

w skałach, gdyż przerzynają skały bardzo łatwo. Najpożyteczniejszy zaś jest naturalnie węgiel kamienny, nietylko bowiem służy nam za opał, ale pomyślcie tylko sobie, że wszystkie fabryki, warsztaty, koleje, statki poruszają się dzięki węglowi. Na szczęście, jest on rozpowszechniony na świecie. Znajdujemy go w Anglii, we Francyi, Niemczech, u nas w zagłębiu Dąbrowskiem—najbogatsze zaś kopalnie znajdują się w Stanach Zjednoczonych Ameryki.

Ewunia. A koks, moja ciociu, gdzie się znajduje?

Ciocia. Koksu gotowego nie znajdujemy w przyrodzie: odmiana ta otrzymuje się sztucznie, podobnie jak wiele innych. Znacie wszyscy węgiel drzewny, którym palą w samowarach? Otrzymują go z drzewa. Węgiel zaś kostny otrzymują z kości. Postępują zaś w taki sposób, że kości lub drzewo palą w bardzo małej ilości powietrza. Nie wybuchają one wówczas ogniem pełnym, lecz się tylko tlą i zwęglają. Dość, że mamy wiele odmian węgla: dyament, grafit, koks, węgiel drzewny, węgiel kostny i t. p., a każda odmiana wygląda inaczej. Mają one wszakże niektóre własności wspólne.

Adaś. Żadna odmiana nie rozpuszcza się w wodzie, nieprawdaż?

Ciocia. Ani w wodzie, ani w kwasach, ani w ługach. Tylko jedne metale wrzące, a szczególnie żelazo, rozpuszczają wszelkie gatunki wę-

gla. Mniemano przez bardzo długi czas, że węgiel nie da się przetopić, gdyż przez silne ogrzanie wypuszcza ze siebie gazy i zamienia na koks, a wcale się nie topi. Aż ten sam Henryk Moissan, o którym wam mówiłam przed chwilą, zbudował specyalny piecyk, zwany elektrycznym, w którym można rozpalić ogień niebywałej mocy. W tym właśnie piecyku przetapiał on żelazo z węglem i robił sztucznie dyamenty, w piecyku tym również rozgrzał węgiel tak silnie, że ten rozmiękł i wypuścił ze siebie trochę pary węglowej. On to również przetapiał w swym piecu elektrycznym wapno, magnezyę i wiele ciał, o których sądzono, że nie są wcale topliwe.

Trzecią wreszcie wspólną wszystkim gatunkom węgla własnością jest palenie się: każdy gatunek węgla pali się, wybierając tlen z powietrza. Powstaje z tego gaz bezbarwny i przezroczysty, będący bezwodnikiem węglowym, ulatujący w powietrze niepostrzeżenie dla oka.

Adaś. W takim razie, proszę cioci, w powietrzu musi być zawsze trochę tego gazu, gdyż w tylu piecach pali się codziennie węglem, tyle kominów fabrycznych dymi dniem i nocą, tyle pociągów przelatuje po lądzie, a statków parowych po wodzie—a wszystkie puszczają ze siebie bezwodnik węglowy w powietrze.

Ciocia. Masz racyę, Adasiu. Istotnie przekonano się, że gaz węglowy znajduje się zawsze w powietrzu. Obliczono, że w 10,000 kwart

powietrza są trzy kwarty bezwodnika węglowego, tak że jest on stałą częścią powietrza.

Staś. Ależ jak się tu przekonać, że gaz ten znajduje się w powietrzu? Po czem go poznać, skoro jest przejrzysty i bezbarwny, jak powietrze?

Ciocia. Ma on mimo to własności tak wybitne, że wszędzie poznać go możemy. Musimy się z nim koniecznie bliżej zapoznać, a potem poszukamy go w powietrzu Przyrządzimy sobie sztucznie ten gaz z tych oto okrawków marmuru.

Staś. Jakto! W tych ślicznych kawałeczkach marmuru siedzi węgiel? W tym białym marmurze?

Ciocia. Nieinaczej: marmur jest związkiem węgla i ma tą własność, że oblany jakimś kwasem wypuszcza z siebie bezwodnik węglowy. Tak samo zachowuje się kreda, choć taka jest biała, jak śnieg. Moja droga Ewuniu, przynieś nam miednicę z wodą i parę słoiczków dość wązkich a wysokich.

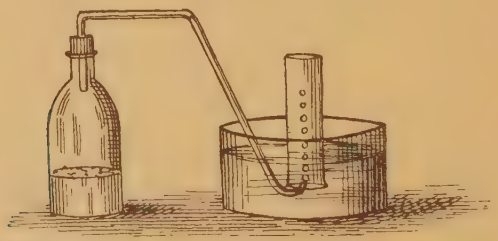
Ewunia natychmiast pobiegła po żądane przedmioty, a ciocia wsypała trochę okruchów marmurowych do tej samej flaszki, z której płonęła świeca filozoficzna, tylko w korek wsunęła inną rurkę, tę mianowicie wygiętą, która służyła już do zebrania tlenu pod wodą. Nalała następnie rozcieńczonego wodą kwasu siarczanego, prędko zakorkowała flaszkę, a zakrzywiony koniec rurki wstawiła pod słoik z wodą.

— „Ot patrzcie!—wołał Staś—jak się burzy w tej flaszce! Woda z kwasem podnosi się, jakby kipiała, tańcuje, burzy się.“

Ewunia. Słyszysz, jak marmur syczy?

Staś. Syczy, bo go kwas gryzie.

Adaś. Marmur chyba rozpuszcza się w kwasie, proszę cioci. Ale patrzcie ot tu, ile gazu wydziela się ślicznymi pęcherzykami przez koniec rurki i gromadzi się w słoiku.



Rys 33. Gaz węglowy gromadził się w słoiku.

Ciocia. Mam już pełen słoik gazu. Stasiu, weź słoik, postaw na stole i przykryj spodkiem. Ja zaś napełnię wodą drugi i trzeci słoik, i nałapię w nie gazu.

Staś. A może to powietrze, a nie żaden tam bezwodnik węglowy.

Zamiast odpowiedzi, ciocia wzięła słoik pełen gazu, postawiła go na stole, poczem, nie śpiesząc się zbytecznie, zapaliła długą drzazgę i zapaloną wsunęła w głąb słoika.

Staś. Zgasła!

Ewunia. Ale jak prędko, jakby pogrążona w wodę!

Ciocia drugi raz zapaliła drzazgę i znów zapaloną wpuściła w głąb słoika, i drzazga znów zgasła.

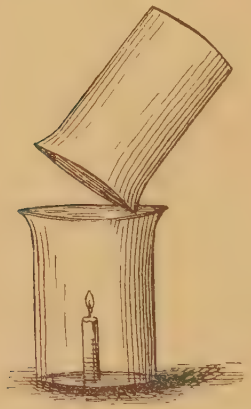
Adaś. Gaz ten nie jest zatem, mój Stasiu, powietrzem, bo w powietrzu drzazga płonie, a w gazie tym gaśnie.

Ciocia. Różnica polega nietylko na tem, Uważaliście, żem się nie spieszyła i pozostawiła przez chwilę słój otwarty z gazem, a gaz jednak nie uciekł. Dowodzi nam to, że gaz węglowy jest ciężki i łatwo nie ulatuje ze słoja. Obliczono, że jest półtora razy cięższy od powietrza. To też można przelewać go jak wodę z jednego naczynia w drugie, gdyż zamiast wyfruwać w górę, opada na dno, jak woda, i potem dopiero powoli miesza się z powietrzem. Na dowód biorę słój, w którym poprzednio zgasła drzazga, próbuję zapałką, czy jest w nim jeszcze bezwodnik węglowy. Nie, niema go już, bo zapałka nie gaśnie, gdy ją wsuwam w głąb słoika. Na dno tego naczynia wpuszczam mały kawałeczek świeczki, zapalam ją, — widzicie, że płonie. A teraz, Stasiu, daj mi słój pełen bezwodnika węglowego. Przechylam słoik i leję gaz węglowy, jakby wodę, na zapaloną świecę. A co! świeca zgasła!

Staś. Choć wcale nie było widać ciała, które ją zgasiło!

Adaś. To znaczy, że bezwodnik węglowy naprawdę spadł na dół, a nie wyfrunął w górę.

Ciocia. Z powodu swego ciężaru, gaz ten gromadzi się w miejscach nizko położonych, a więc na dnie beczek, piwnic, w pieczarach. Pod Neapolem jest grota zwana psią, w której na dnie gromadzi się bezustannie warstwa bezwodnika węglowego. Człowiek może bezpiecznie w niej spacerować, gdyż głowa jego unosi się ponad tą warstwą, pies zaś, będąc niższy, zdycha, natychmiast uduszony bezwodnikiem węglowym.



Rys. 34. Leję gaz węglowy, jak wodę, na zapaloną świecę.

Staś. Ależ nie powinni nigdy psów prowadzić do tej jaskini!

Ewunia. Widocznie gaz ów jest trucizną. Musi być niebezpiecznie w takim razie palić węgle w piecu.

Ciocia. Bezwodnik węglowy nie jest trucizną. Wszak wciągamy go z każdem odetchnięciem, połykamy go, pijąc wodę selcerską, którą robią przez wtłoczenie gazu tego do zwyczajnej wody, przez co nabiera ona smaku trochę kwaskowatego i za-

pachu nieco szczypiącego. Swieca gaśnie w bezwodniku węglowym z braku tlenu, potrzebnego jej do palenia, tak samo i zwierzę każde zdycha w nim, bo nie znajduje po prostu tlenu koniecznego do oddychania. Zwierzęta duszą się więc w gazie węglowym. Od węgli zaś, płonących w piecu, nie grozi nam niebezpieczeństwo, gdy ciąg jest dobry; powstający wówczas bezwodnik węglowy zostaje wciągnięty rurą i wydalony kominem.

Staś. A jeśli ciąg nie jest dobry?

Ciocia. Wówczas grozi nam niebezpieczeństwo zaczadzenia. Czad jednak nie jest wcale bezwodnikiem węglowym, ale tlenkiem węgla.

Adaś. Wszak i bezwodnik jest także tlenkiem.

Ciocia. Bezwodnik dwa razy więcej tlenu w sobie zawiera od czadu, gdyż tworzy się wówczas, gdy węgle płoną w dostatecznej ilości powietrza. Gdy jednak powietrze przypływa z trudnością, gdy ciąg w kominie jest zły, wówczas węgle płoną płomieniem niebieskawym i wypuszczają ze siebie tlenek węgla, który mniej w sobie ma tlenu, niż bezwodnik. Czad jest straszną trucizną i wywołuje śmierć. Trucizna ta jest tem niebezpieczniejsza, że czad nie daje niczem znać o sobie, jest bezbarwny i bezwonny jak powietrze, nie ma żadnego smaku, a nachodzi z pieca do pokoju, gdy ciąg nie jest dobry, i wywołuje okropne wypadki. Gaz ten

płonie niebieskim płomieniem — a co się wówczas z niego tworzy? Powiedzcie.

Ewunia. Jakim sposobem gaz ten może płonąć, gdy bezwodnik węglowy wszystko gasi?

Ciocia. Tlenek węgla czyli czad jest innym związkiem, przeto inne ma własności. Bezwodnik tworzy się, gdy węgiel zupełnie się spala, gdy nabiera tlenu tyle, że już więcej wziąć go nie może i dlatego sam płonąć już nie jest w stanie. Tlenek zaś węgla powstaje, gdy się węgle tlą, przeto nie zawiera w sobie dość tlenu i z tego powodu może jeszcze łączyć się z tlenem, czyli palić się; wciągając zaś tlen, zamienia się na bezwodnik.

Staś. Już teraz rozumiem: tlenek dobiera sobie jeszcze tlenu i zamienia na bezwodnik.

Ciocia. Zwany przeto dwutlenkiem węgla.

Adaś. Z jednego więc gazu powstaje drugi. Ale jakim sposobem, proszę cioci, odróżnić bezwodnik węglowy od azotu? Oba są bezbarwne, bezwonne, pozbawione smaku, oba gaszą świecę, oba duszą wszelkie stworzenia żyjące. Chyba ludzie muszą mieć na to jakiś sposób? Przynajmniej uczeni, ci chemicy, potrafią chyba poznać, jaki w tym oto słoju jest gaz?

Ciocia. Naturalnie. Chemik, spojrzawszy na ten oto gaz, pomyśli sobie tak: może to być tlen, azot, wodór, gaz węglowy lub czad, gdyż wszystkie wyglądają jednakowo: są bezbarwne i przezroczyste, jak powietrze. Po chwili jednak

chemik weźmie drzazgę, zapali ją i ostrożnie wsunie w głąb słoika. Drzazga zgaśnie. Aha!— pomyśli sobie nasz uczony — nie może to być tlen, bo drzazga jeszcze piękniej zapłonęłaby w nim, nie może to być wodór, bo zająłby się od drzazgi płonącej z lekkim wybuchem i spłonąłby bezbarwnym płomieniem, ani czad, bo zapaliłby się również i płonąłby ogniem niebieskim. Może więc to być tylko albo azot, albo bezwodnik węglowy. Chodzi o to, aby rozpoznać te dwa gazy. Mamy na to pyszny środek. Środkiem tym jest woda wapienna, której trochę przyniosłam wam w tej flaszeczce. Zauważcie, że jest ona przejrzysta, jak czysta woda. Biorę słoik z bezwodnikiem węglowym, zdejmuję spodek i wlewam wody wapiennej. Teraz nakrywam napowrót spodkiem i wstrząsam słojem. Patrzcie, co się zrobiło!

Ewunia. Woda stała się biała, jak mleko.

Staś. Pływa w niej jakby delikatny biały proszek.

Adaś. Co to się zrobiło, moja ciociu?

Ciocia. Ano, powstał związek chemiczny.

Adaś. Bezwodnik węglowy połączył się z wodą wapienną.

Ciocia. Raczej z wapnem, bo woda wapienna jest zwykłą wodą, w której rozpuszczono umiejętnie trochę wapna. Osad ten jest nowem ciałem, zwanem *węglanem wapnia*, bo zawiera w sobie i bezwodnik węglowy i wapno.

Staś. Ten więc leciutki proszek jest węglanem wapnia?

Ciocia. Nieinaczej. Ponieważ zaś węglan wapnia nie rozpuszcza się w wodzie i jest ciałem stałem i białem, przeto pływa sobie po wodzie, a wkrótce opada na jej dno w postaci białego proszku, czyli osadu. Za pomocą więc wody wapiennej możemy zawsze rozpoznać bezwodnik węglowy,—azot bowiem, skłócony z wodą wapienną, nie zmienia w niczem jej wyglądu.

Ewunia. Boże mój, Boże! jakże to wszystko dziwne! Pomyśleć sobie tylko, że w tym białym, jak mleko, osadzie jest węgiel! Ale prawda, biała kreda i biały marmur są także związkami węgla.

Ciocia. Kreda i marmur są właśnie węglanem wapnia, tem samem zatem ciałem, które powoli się osadza w naszym słoiku.

Adaś. A jak się przekonać, czy tak jest naprawdę?

Ciocia. Bardzo łatwo. Niech Ewunia przyniesie lejek, który nam już kiedyś służył.

Ewunia. Czy ten, proszę cioci?

Ciocia. Ten sam. Wstawiam go dolnym końcem w szyjkę tej oto buteleczki. A teraz biorę bibułę, wykrawuję z niej krążek niewielki, składam go w cztery części przez środek i wykładam nim wnętrze lejka.

Ciocia starannie wyłożyła bibułą lejek,

poczem ostrożnie wlała wodę wapienną wraz z osadem na bibułę. Woda przeleciała sobie swobodnie przez bibułę do buteleczki, osad zaś, nie mogąc przelecieć przez papier, został się na bibule. Woda spłynęła zatem całkiem klarowna.

— „Z pomocą takiej bibułki czyli *filtru* — mówiła ciocia — oddzieliliśmy osad od wody. Zebraliśmy go sobie na bibule. Uważajcie teraz,

Rys. 35. Filtrowanie wody wapiennej.

co będzie, gdy skropię osad na filtrze kilkoma kroplami kwasu. Mam trochę rozcieńczonego kwasu siarczanego, ale służyć tu może równie dobrze i ocet.

Staś. Pi, pi, pi! syczy, burzy się, rośnie, kipi na tym filtrze.

Ewunia. Zupełnie jak we flaszce, gdy ciocia oblała marmur kwasem.

Ciocia. Doskonale! chodziło mi właśnie o to, abyście zobaczyli to podobieństwo.

Adaś. Rozumiem już, proszę cioci: z tego osadu, oblanego kwasem, wylatuje bezwodnik węglowy, tak jak z marmuru.

Ciocia. Nieinaczej. Obadwa są węglanami wapnia i oba zachowują się tak samo. Węglan wapnia przyjmować więc może różne postaci. Zawsze jednak nie rozpuszcza się w wodzie, chyba że woda zawiera w sobie bezwodnik węglowy—w takiej wodzie rozpuszcza się on powoli. Ponieważ zaś wszelka woda, płynąc swobodnie, styka się z powietrzem, więc wchłania ona w siebie gaz węglowy—a wówczas rozpuszcza po drodze różne wapniaki (tak bowiem zowią pospolicie węglany wapnia) i staje się twardą.

Ewunia. Patrzcie, państwo, co ten bezwodnik wyprawia! A taki niepozorny...

Ciocia. Ma on jednak dość sił, aby pomódz wodzie rozpuszczać skały wapienne i roznosić je po świecie,—woda bowiem w wiecznym swym biegu prowadzi ze sobą wapniaki. Gaz to niepozorny, a bardzo pożyteczny w przyrodzie. Co mówię pożyteczny! — niezbędny! szczególnie zaś ten bezwodnik, który jest rozpostarty w powietrzu. Bez niego rośliny istniećby nie mogły, gdyż stanowi dla nich konieczny pokarm.

Staś. Rośliny jedzą bezwodnik węglowy. Ale jak? Wszak ust nie mają...

Ciocia. Wyciągają go z powietrza liśćmi

w świetle słonecznem, wchłaniają go w siebie, żywią się nim. Stąd pochodzi węgiel, który jest przecież we wszystkich roślinach.

Adaś. Prawda, prawda! Za życia, gdy roślina piękna i zielona, nie widać, że jest w niej węgiel—ale gdy się tli, wówczas węgiel z niej wnet wychodzi i pokazuje się światu. Nieraz zastanawiałem się, skąd się bierze węgiel, choćby w drzewach, które wypalają na węgiel drzewny. Teraz wiem, że to z tego gazu węglowego, co buja w powietrzu.

Staś. Tatuś nam opowiadał, że wszystek węgiel kamienny wziął się z roślin. Podobno kiedyś przed wiekami roślinność była daleko bujniejsza, niż teraz, a z lasów, co niegdyś pokrywały ziemię, wytworzył się węgiel kamienny.

Ciocia. Istotnie tak być musiało. Węgiel powstał z roślin, a rośliny wybrały go z powietrza. Bardzo to zajmująca kwestya, ale na dziś mamy już dość.

Staś. Chciałbym się jeszcze dowiedzieć tylko, skąd w nas i w zwierzętach bierze się węgiel. Ani my, ani zwierzęta nie jemy bezwodnika węglowego...

Adaś. Och! Wprzód byśmy się może udusili!

Staś. A jednak w każdym człowieku i zwierzęciu jest węgiel; wszak mówią: spalić się na węgiel, zwęglić się, szczątki zwęglone...

Ciocia. Zwierzęta żywią się roślinami lub innemi zwierzętami roślinożernemi i razem z pokarmem wpuszczają w swój żołądek węgiel. My robimy tak samo: spożywamy węgiel w mięsie, maśle, mleku, pieczywie, jarzynach, owocach i t. p.

Ewunia. Jakto! We wszystkiem, co jemy, jest węgiel?

Ciocia. Prócz jednej soli, wszystkie nasze pokarmy zawierają węgiel. Węgiel znajduje się we wszystkich istotach żyjących, we wszystkiem, co z nich pochodzi, co w nich się wytwarza. Jest więc on bardzo rozpowszechniony w przyrodzie.

Ewunia. W koronach kwiatowych, w białych płatkach lilii jest więc węgiel!

Staś. Potrzymaj je na blasze, a obaczysz, jak ci się zwęglą.

Ewunia. Nie można doprawdy niczemu wierzyć. Zdawałoby się, że kwiat lilii jest urobiony z jakiejś przedziwnej tkaniny, a tu tymczasem znajdujesz w nim po prostu węgiel, ten czarny, smolący węgiel w związkach.

Ciocia. Ale i ty, Ewuniu, i Adaś i Staś, ja i wszyscy zrobieni jesteśmy ze związków węgla, a mimo to nie tracimy na wartości.

Do widzenia jednak, drogie dzieci! Na zakończenie dodam wam jeszcze, że i w waszej podkowie jest bezwodnik węglowy. Rdza wyciąga go z powietrza i z nim się łączy. Tak więc siedzi on ukryty w rdzy żelaznej.

Staś. No, no, proszę! Jeszcze jedno ciało w rdzy.

Adaś. Co to za związek?

Ciocia. Nie zrozumielibyście tego jeszcze zaraz. Związek ten zowiemy węglanem żelaza.

Ewunia. Aha! To coś podobnego do węglanu wapnia.

Ciocia. I o węglanie wapnia mało co jeszcze wiecie.

Staś. Cioteczka kochana nam to wszystko wytłomaczy, jeśli nie dziś, to w przyszły czwartek.

Ciocia. Zaczekajcie cierpliwie. Na przyszły czwartek nie obiecuję wam jeszcze wszystkiego objaśnić.

WIECZOR DZIESIĄTY.

Palenie. Świeca i jej płomień. Świecenie. Co ulatuje z palącej się świecy. Nic w naturze nie ginie. Płomienie kolorowe.

— „Niech ciocia powie, czy będzie czego potrzeba do doświadczeń, a wnet przyniosę!“ — wołała Ewunia, wbiegając z ożywieniem do pokoju, gdzie ciocia już siedziała z Adasiem i Stasiem. Pokój ten dzieci przezwały pracownią chemiczną, gdyż tu odbywały się wszystkie próby i doświadczenia.

— „Przedewszystkiem potrzeba mi dziś świecy“ — odpowiedziała ciocia.

Ewunia. Zwyczajnej świecy w lichtarzu?

Ciocia. Tak jest.

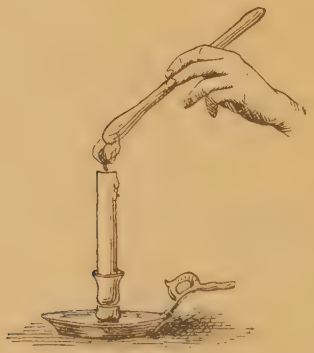
Ewunia. O to nie trudno, ale na co potrzeba świecy, proszę cioci?

Staś. Kto wie, czy w białej świecy nie siedzi węgiel, tak jak w kredzie.

Ewunia. Wszędzie szukasz węgla! Aż

śmieją się z ciebie znajomi. Proszę cioci, Staś opowiada swoim koleżkom, że we wszystkiem, co jedzą, jest węgiel: w chlebie, mięsie, jarzynach, owocach. Mnie i Adasia nazywa związkami węgla, aż mamusia się śmieje. A teraz myśli znowu, że w świecy jest węgiel!

Ciocia. Jeśli tak sądzi, to się nie myli.



Rys. 36. Wystarczy przydusić płomień łyżką.

Wcale nawet nie trudno węgiel wydobyć ze świecy. Wystarczy przydusić płomień spodkiem porcelanowym, nożem lub łyżką, ot tak, jak czynię w tej chwili, aby węgiel ze świecy je zakopcił.

Ewunia. Ależ prawda! Wiemy nawet o tem bardzo dobrze.

Adaś. Nie zastanawialiśmy się tylko, co to ma znaczyć.

Staś. Oho! gdyby się tak wciąż zastanawiać nad wszystkiem, toby dopiero człowiek zmądrzał!

Ewunia. Oto jeszcze jeden przykład, do jakiego stopnia związek jest inny od pierwiastków. Wszak w świecy muszą być naturalnie związki węgla, skoro wypuszcza ona ze siebie węgiel.

Ciocia. Stearynę wyrabiają z tłuszczów zwierzęcych, takich jak łój, a wiecie, że wszystko, co pochodzi z istot żywych, zawiera w sobie węgiel. Czarna więc sadza, co osiadła na łyżce, pochodzi z białej stearyny. Teraz zaś, gdy wiecie już napewno, że węgiel jest w świecy, przypatrzcie się dobrze jej płomieniowi.

Staś. Ech! co tam ciekawego, płomień jak płomień; każda świeca pali się jednakowo.

Ciocia W każdem zjawisku, na pozór drobnem i nic nie znaczącem, kryje się wiele ciekawych rzeczy. Więc i palenie się świecy nie jest pozbawione znaczenia.

Pewien uczony chemik angielski, *Faraday*, długi czas badał płomień świecy, i czy dacie wiarę, napisał całą książeczkę o tem. Wnet się przekonano, że wiele tajemnic kryje się w świecy: pali się ona w milczeniu i niczem nie wypowiada, co ją powoli ścina, dlaczego maleje, jakim sposobem znika. Zapewne jednak Staś zmieni swe przekonanie, gdy się dobrze przyjrzy płomieniowi. Dostrzegacie w samem jego wnętrzu ciemny punkt, jakby jądro płomienia. Jądro to

jest otoczone dokoła żółtą obwódką, niby płaszczem jaskrawym i świecącym. Jedynie brzeżek

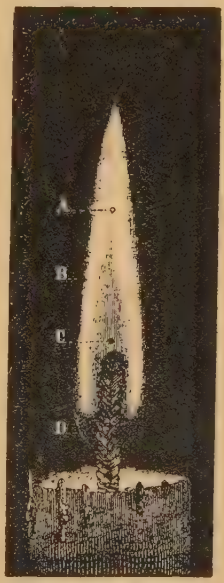
Rys. 37. Faraday.

płomienia, stykający się z powietrzem, jest jasny i dla oka mało widoczny.

Adaś. Bardzo wyraźnie widać to wszystko.

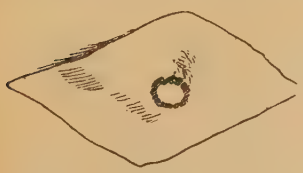
Staś. Tam w środku musi być chyba najgoręcej.

Ciocia. Otóż właśnie, że nie. W jądrze nie jest wcale gorąco. Byli nawet tacy, którzy wsunęli w jądro świecy małą puszeczkę pełną prochu, otworzyli ją, gdy była w samym środku płomienia, a proch się nie zapalił. My zaś przekonamy się, że jest tak istotnie, sposobem łatwiejszym. Żeby się jednak doświadczenie udało, potrzeba spokoju, trzeba, żeby świeca paliła się bez chybotania. Usuńcie się więc nieco, dzieci, bo nawet wasz oddech może przeszkodzić doświadczeniu.



Rys. 38. Płomień świecy.

Dzieci usunęły się, ciocia zaś wzięła czysty arkusz papieru, wzniosła go wysoko nad świecą, poczem spuściła na świecę, przygniatając nim płomień, i w mgnieniu oka arkusz usunęła z ognia.


Rys. 39. Wypalił się pierścień.

— „Doskonale mi

się udało!—zawołała ciocia—patrzcie, jak na tym arkuszu wypalił się pierścień, a w środku niego został się biały papier."

Staś. Nie rozumiem dobrze, dlaczego tak jest, proszę cioci.

Ciocia. Znaczy to, kochanku, że w środku świeca nie jest najgorętsza, tylko po bokach. Gdyby źródło gorąca było w środku świecy, to wypaliłaby się w papierze plama ciemna kształtu krążka. Tu zaś mamy biały krążek, co dowodzi, że w tem miejscu papier został nienaruszony, a dokoła niego ciemną obwódkę papieru, przepalonego przez brzegi świecy.

Staś. Doświadczenie to mogę chyba sobie powtórzyć.

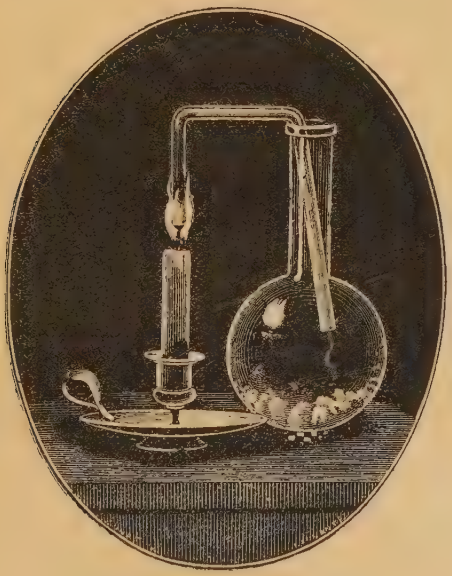
Ciocia. Wiele razy zechcesz. Możesz nawet w poprzek płomienia włożyć drewienko, jak ja czynię w tej chwili. Patrzcie, przepaliło się ono w dwóch miejscach, przez które przeszły brzegi świecy. Środek pozostał nienaruszony.

Ewunia. Myślałam zawsze dotąd jak Staś, że w środku świecy musi być najgoręcej, a po bokach chłodniej.

Ciocia. Ciekawa rzecz, dlaczego się tak dzieje? Gdy zapaloną zapałkę zbliżam do knota, wówczas stearyna, która bardzo łatwo się topi, rozpływa się od ciepła, a knot ją wsysa, tak jak knot lampy wsysa naftę, tak jak umoczony koniec chustki wsysa wodę, a woda się wznosi, aż zwilży całą tkaninę. Stopiona stearyna pod wpływem

ciepła rozpada się na pary i gazy, które się gromadzą właśnie w ciemnem jądrze, ale się w nim nie palą.

Staś. Żeby to gazy owe można było ja-



Rys. 40. Doświadczenia Faradaya.

kimś sposobem wyprowadzić z jądra i przekonać się, czem one są.

Ciocia. Tak postąpił Faraday. Zaraż i my to zrobimy. Biorę rurkę dwukrotnie wygiętą w ten sposób, że ma dwa ramiona, biegnące w tym

samym kierunku, jedno krótsze, drugie dłuższe. Koniec krótszego ramienia wkładam w jądro płomienia tuż nad knotem, koniec dłuższego ramienia wprowadzam na dno suchej tej buteleczki.

Staś. Co się dzieje, co się dzieje! Gazy wychodzą z jądra, idą rurką i wpadają do buteleczki.

Ewunia. A widzisz, Stasiu, że nie trzeba pogardzać tem, co się dzieje w płomieniu zwyczajnej świeczki.

Staś. Ktoby się mógł takich figlów spodziewać po zwyczajnej świecy stearynowej! Myślałem doprawdy, że ze świecą będą nudy.

Ciocia. Jeszcze bardziej się ubawisz, gdy ci powiem, że te gazy są palne.

Staś. Może je ciocia zechce zapalić?

Ciocia. Czemu nie! Nawet sam możesz to zrobić za pomocą długiej drzazgi. A co, palą się?

Staś. Swietnie się palą.

Ciocia. Pokażę wam jeszcze jedno doświadczenie, które powtarzać będziecie mogli sami, bo jest bardzo łatwe i niczem nie grozi. Gaszę świecę i przytykam zapałkę zapaloną do słupa dymu, który wznosi się ze spalonego knota.

Staś. Świeca się sama zapaliła!

Ciocia. Płomień zapałki, jakeście widzieli, prześliznął się w jednej chwili po warstwie gazów palnych i napowrót zapalił świecę. Nic

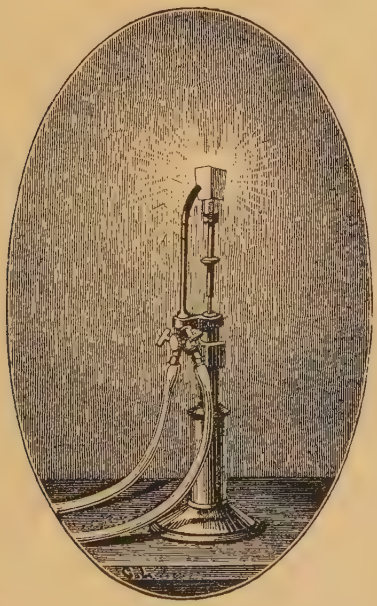
w tem dziwnego, bo właśnie te gazy palą się w świecy. Gromadzą się one w samym środku płomienia, lecz spalają się dokładnie na samej jego powierzchni, gdyż tam stykają się z powietrzem, a potrzebują koniecznie tlenu, aby się mogły spalić. W tej zaś złotej części świecy, co otacza jądro, pary te i gazy nie palą się tak dobrze, bo powietrze nie dochodzi tu łatwo. Najgorętsza część płomienia jest tam naturalnie, gdzie się gazy i pary najlepiej spalają, a zatem na obwodzie świecy. W płaszczu żółtym jest chłodniej, a w ciemnem jądrze, gdzie się gazy gromadzą a nie palą, jest najchłodniej.

Ewunia. Dlaczego w takim razie, proszę cioci, ta część obwodowa płomienia, która jest najgorętsza, jest tak mało widoczna? Ona powinnaby najbardziej błyszczeć, tymczasem złota część jest najświetlniejsza.

Ciocia. Spirytus płonący daje bardzo mało światła, a płomień jego jest niezmiernie gorący Wodór płonie płomieniem prawie bezbarwnym i niewidocznym, a daje ciepło jeszcze silniejsze. Płomień *tlcno-wodorowy*, który się otrzymuje przez wdmuchiwanie w płomień wodoru czystego tlenu — jest niezmiernie gorący i służy do topienia różnych ciał, bardzo trudno topliwych, jak platyna. Płomień ten jest mało widoczny i wcale nie świecący, a jednak do czasu zbudowania przez Moissana pieca elektrycznego, nie znano wyższej temperatury nad tę, którą do-

starcza ten płomień mało efektowny. Tak się dziwnie na pozór składa, że płomienie wcale nie świetlne dają najczęściej wiele ciepła. Te zaś, które dają wiele blasku, są mniej gorące. Dzieje się zaś tak dlatego, że płomień wówczas nabiera blasku, gdy palenie odbywa się w nim licho, to jest gdy zawiera ciało stałe w zawieszeniu. Ot, w świecy, naprzykład, żółta i błyszcząca jej część zawiera w sobie wiele węgla, który spalić się nie może, gdyż powietrze ze swym tlenem nie przenika tu łatwo. Wewnątrz świecy, a raczej w samym jej środku, w jądrze, węgiel się znajduje w postaci gazów palnych; gazy te pod wpływem ciepła rozkładają się, a węgiel wyswobodzony rozprasza się po całym płomieniu i na obwodzie pali się doskonale, gdy wewnątrz pozostaje wiele węgla niespalonego. Jest to naturalnie węgiel w postaci niezmiernie drobnego pyłu, który się w płomieniu strasznie rozżarza, świeci i nadaje blask płomieniowi. Gdyby węgiel był lotny, gdyby mógł z płomienia wyfrunąć, toby płomień świecy nas nie oświetlał. Ale właśnie dlatego, że drobniutki pył węglowy nie może ani się przetopić, ani ulotnić, przeto rozpalony do czerwoności błyszczy. Z powodu niego świeca nas oświetla. I wiele razy ujrzycie płomień bardzo błyszczący, to pomyślcie sobie, że zawiera on jakieś ciało stałe, które rozżarzone świeci. Włożywszy, naprzykład, kawałek kredy

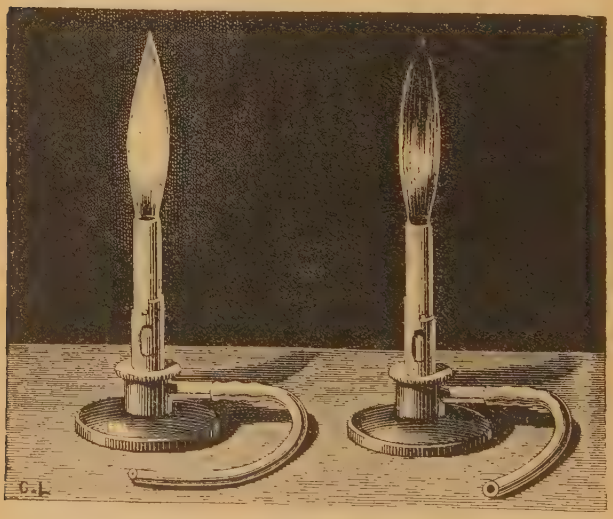
w płomień tleno-wodorowy, o którym wam wspominałam, francuz *Drumond* otrzymał sztuczne słońce. Kreda bowiem nie topnieje jeszcze w tym



Rys. 41. Światło Drumonda.

ogniu, tylko żarzy się i świeci, rozsyłając dokoła promienie tak błyszczące, że wprost patrzeć na nie niepodobna. Swiatła tego używano do latarń, które zawieszano wysoko na wieżach, stojących w portach morskich, aby okręty mo-

gły zdala się kierować w stronę lądu i przystani. Zwyczajny gaz, palący się w latarniach, oświetla ulice z powodu niezliczonych pyłków węglowych, które zawiera, a które, rozpalone do czerwoności, świecą. Pewien uczony chemik nie-



Rys. 42. Lampka Bunsena.

miecki, nazwiskiem *Bunsen*, obmyślił lampkę gazową, w której, za przekręceniem guziczka, wprowadzamy powietrze razem z gazem do płomienia. Płomień gazowy przestaje wówczas błyszczeć i oświetlać, traci swój kolor żółty, a staje się bezbarwny i mało widoczny, jak płomień spirytusu. Dlaczego się tak dzieje?

Staś. Myślałbym, że dmuchnięcie powietrza może zgasić płomień.

Ciocia. Bynajmniej. Dmuchnięcie może wprawdzie zgasić, ale może i podsycić ogień. Zależy od tego, jak dmuchać. Kucharka dmucha w samowar, aby się rozpalił, a wiatr nie gasi pożaru, ale go podsyca. W lampce zaś, zwanej bunzenowską, powietrze wprowadzone wewnątrz płomienia spala węgiel, znajdujący się w jego środku. To też w płomieniu tym węgiel spala się i na obwodzie i wewnątrz, a przeto płomień, nie zawierając ciał stałych w zawieszeniu, przestaje być świecący, a zato staje się gorętszy. Taką lampką gazową, zwaną także palnikiem Bunsena, posługują się wszyscy chemicy w swych pracowniach, gdyż można za jej pomocą otrzymać płomień mniej lub więcej gorący, czyli więcej lub mniej świecący, zależnie od tego, czy wpuścimy weń powietrze, czy też powietrza nie wpuścimy.

W ostatnich czasach obmyślono wiele sposobów podniesienia świetności płomienia gazowego. Niemiec *Auer* wymyślił siateczkę, zrobioną z tlenków niektórych rzadkich metali. Siateczkę taką nakładamy na płomień gazowy, a wówczas rozpala się ona i żółte światło gazowe przemienia się na świetne światło białe, z lekkim odcieniem zielonawym, podobne do światła elektrycznego, a przeto piękniejsze od

zwykłego gazowego. Wiele ulic w Warszawie i sklepów jest oświetlanych takimi palnikami Auera.

Adaś. Zdaje mi się, żem pojął tajemnice, które świeca paląca się w sobie ukrywa: stearyna topnieje, wsiąka w knot i knot się pali, podsycany wciąż przetapiającą się stearyną. Ale stearyna od ciepła rozpada się na gazy (w których jest węgiel), gromadzące się w jądrze. Gazy te się palą na bezwodnik węglowy. Jednakże w części żółtej pozostaje wiele węgla w stanie pyłku, unoszącego się w płomieniu, gdyż węgiel ów spalić się nie może, z powodu braku tlenu. On to właśnie, żarząc się, nadaje blask świecy.

Ciocia. Dlatego świeca pali się i oświetla. Ale czy pewny jesteś, Adasiu, że świeca, paląc się, zamienia się tylko na bezwodnik węglowy?

Adaś. Wszak ciocia sama mówiła...

Ciocia. Mówiłam, że gaz ten z niej ulatuje, lecz wcale nie twierdziłam, aby on sam jeden powstawał z płonącej stearyny. Zastanówcie się, czy to jest możebne, aby stearyna, paląc się, przemieniała się tylko na bezwodnik węglowy?

Staś. Nie rozumiem, dlaczegoby tak być nie mogło.

Ciocia. Jakież ciało płonące zamienia się całkowicie na bezwodnik węglowy?

Adaś. Czysty węgiel.

Ciocia. Stearyna zawiera w sobie węgiel, ale nie jest czystym węglem, gdyż zawiera w sobie prócz niego inne pierwiastki. Przeto, paląc się, musi stearyna wytwarzać obok bezwodnika węglowego inne jeszcze gazy. Jeśli świecę przykryjemy słojem, to zauważymy, że słój pokryje się wewnątrz rosą. Uczeni zbadali dokładnie tę rosę i przekonali się, że jest ona wodą. Tak więc z płomienia świecy razem z bezwodnikiem węglowym wyfruwa bezustannie para wodna. I nietylko z jednej świecy, ale i z płomienia lampy naftowej, gazu oświetlającego, spirytusu, ulatnia się woda w postaci pary i bezwodnik węglowy.

Ewunia. Będziesz, Stasiu, mógł zabawić koleżków, boć to rzecz zabawna, że woda tworzy się z ognia.

Staś. Wielka rzecz! Już ja wiem teraz, że to wszystko sprawka tlenu, bez którego nic się palić nie może.

Ciocia. Błędem byłoby twierdzić, że nie może być palenia bez tlenu. Tlen jest wprawdzie najczęściej potrzebny do palenia, ale nie zawsze. Zastanówcie się tylko, że palenie się ciał jest po prostu powstawaniem nowych związków. Otóż niektóre ciała mogą łączyć się ze sobą z takiem rozgrzaniem, że aż wybuchnie płomień, choć tlenu w sobie nie zawierają. Naprzykład cienkie blaszki miedzi, lub węgiel, mogą się palić w naczyniu pełnem pary siarczanej,

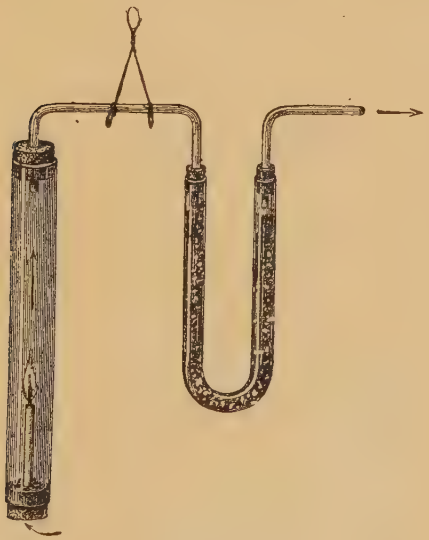
w którem wcale niema tlenu. Miedź łączy się z siarką, tworząc związek, zwany siarczkiem miedzi, przyczem wybucha płomień. Węgiel zaś łączy się także bardzo gwałtownie z siarką, tworząc siarczek węgla, przyczem również wybucha płomień. Proszek metalu antymonu sam się zapala, gdy go wrzucimy do butelki, napełnionej gazem chlorem. W chlorze pali się również wodór: oba gazy łączą się ze sobą, tworząc gaz nowy, zwany chlorowodorem. Widzicie więc, że wogóle różne ciała, łącząc się ze sobą, wybuchają płomieniem. Najczęściej jednak płomień się ukazuje, gdy tlen łączy się z innymi pierwiastkami, i dlatego mówimy zwykle, że palenie się ciał w powietrzu jest łączeniem się ich z tlenem.

Swieca nie wypala się zatem ot tak sobie, nic nie pozostawiając po sobie. Uchodzi ona w postaci gazów w powietrze i paląc się przyczynia do wzbogacenia atmosfery w parę wodną i bezwodnik węglowy. Zadam wam teraz pewną łamigłówkę do rozwiązania. Pomyślcie sami nad tem, co będzie cięższe: czy świeca, czy wszystkie gazy razem wzięte, które z niej wylatują? Zastanówcie się i odpowiedzcie, jak się wam zdaje.

— „Już nam wspominała ciocia o tem—rzekł Adaś po chwili namysłu—że to, co się tworzy ze spalenia, jest zawsze cięższe od ciała, które się spaliło. Pamiętam dobrze, że Lavoisier wszystkie ciała ważył przed spaleniem i po spaleniu,

i przekonał się, że po spaleniu są cięższe, bo do nich przyłącza się tlen."

Staś. I ja pamiętam o tem wyśmienicie, bo i ja poszedłem w ślady Lavoisiera i paliłem różne ciała, ważąc je przedtem i potem. Za-



Rys. 43. Świeca pali się w rurze szklanej.

chodziła jedynie ta różnica, że nigdy mi nie wypadło tak, jak Lavoisierowi.

Ciocia. Gdyż trzeba wszystko przeprowadzić bardzo dokładnie, co niemałą trudność stanowi. Otóż ze świecą poradzono sobie w taki sposób. Wzięto szeroką rurę szklaną i zam-

knięto u dołu korkiem przedziurawionym kilku otworami. Od góry zaś rurę szczelnie zamknięto korkiem, przez który prześwidrowano niewielką rurkę szklaną, prowadzącą do naczynia szklanego, napełnionego kawałkami wapna palonego. Naczynie to dokładnie zważono. Potem wzięto świeczkę także zważoną dokładnie i umieszczono wewnątrz rury na korku przedziurawionym. Cóż się zrobiło? Swieca paliła się i paliła, dopóki się nie wypaliła. Nie gasła, bo w miarę jak zużywała tlen zawarty razem z powietrzem w całym przyrządzie, powietrze świeże napływało dolnemi dziurkami. Z palenia tego tworzyła się para wodna i bezwodnik węglowy, które, wytrunąwszy ze świecy, prądem samym powietrza porwane były ku górze, wchodziły do wązkiej rurki, a z niej przechodziły do naczynia, gdzie było wapno palone. Co się tu z niemi robiło? Wiecie dobrze, że wapno jest ciałem bardzo chciwem wody. Jest ono jednak równie chciwe bezwodnika węglowego, to też pochłaniało oba gazy, wsysało je w siebie. Gdy się świeca zupełnie wypaliła, zważono powtórnie naczynie z wapnem palonem i przekonano się, że waży ono znacznie więcej, niż z początku, że nawet przybyło mu na wadze więcej, niż ważyła świeca. Oto macie przykład, jak się prowadzi ścisłe doświadczenie. Swieca znika tylko pozornie, a właściwie przemienia się tylko w inne związki, które uchodzą przed naszym wzro-

kiem. Mamy jednak sposoby, aby je uwięzić, zbadać, zważyć. „Nic w naturze nie ginie“ — mawiał wielki Lavoisier—materya wciąż się przeinacza, przemienia swój wygląd, swój stan skupienia, swoje własności—ale nie znika. Każde ciało, znikające na pozór, możemy odnaleźć w przyrodzie i to odnaleźć całkowicie, bez żadnej straty.

Staś. A to, ciociu, co wypuszczamy z oddechem, tego chyba nikt nie złapie. To już musi zginąć.

Ciocia. Bynajmniej. Ot, chuchnij, Stasiu, na to lusterko. Co się z niem zrobiło? Spotniało, osiadła na niem rosa, nieprawdaż?

Adaś. Możnaby myśleć, ze to para wodna.

Ciocia. Tak jest istotnie. Z każdym oddechem wypuszczamy trochę pary wodnej w powietrze. Ale niedość na tem. Nalewam do tej szklanki trochę wody wapiennej, a teraz poproszę pana Stasia, aby wziął tę oto prostą rurkę szklaną w usta i zanurzywszy drugi jej koniec w wodę wapienną, puszczał swój dech tą rurką do wody.

Adaś. Z każdym dechem bańki gazowe przelatują przez wodę wapienną.

Ewunia. Ależ patrzcie: woda zmętniała, zbielała.

Adaś. Coraz to bielsza.

Ewunia. Jak mleko.

Ciocia. Jakiż to gaz działa w ten sposób na wodę wapienną?

Adaś. Bezwodnik węglowy. Więc w tem powietrzu, co wychodzi z naszych ust, jest para wodna i bezwodnik węglowy?

Ewunia. To samo zatem, co wychodzi z palącej się świecy. Może dlatego mówią, że człowiek powoli się spala. Nigdym nie rozumiała, jakim sposobem rzecz taka może być prawdziwą, i sądziłam, że to żarty.

Ciocia. Nie są to bynajmniej żarty. We krwi naszej są zawarte w znacznej ilości związki węglowe. Skoro wciągniemy powietrze ustami, dostanie się ono do płuc,—w płucach zaś tlen z powietrza utlenia te związki tak, że pozostaje bezwodnik węglowy, który wydychamy. Takim samym sposobem tworzy się para wodna. Dość, że choć nie świecimy, to wciąż jesteśmy w stanie powolnego palenia, czyli utleniania. Świeca pali się płomieniem i szybko—my zaś powoli i niewidocznie. Tak samo wszakże jak paląca się świeca, wydajemy ze siebie bezustannie parę wodną i bezwodnik węglowy.

Staś. Jaką to szkoda jednak, że nam nie bucha z ust maleńkie jakieś światełeczko. Wieczorem lub w nocy człowiek poznałby człowieka po tym ogniku.

Adaś. A ze zwierząt buchałby wówczas ogień paszczą, np. ogień zielony, lub czerwony!

Ewunia. Byłoby to straszne.

Adaś. Żartujmy, żartujmy! Ale bylibyśmy bardzo radzi, gdyby nam ciocia powiedziała, jak się robią ognie kolorowe. Widzieliśmy tyle razy prześliczne ognie bengalskie, jedne czerwone, drugie zielone. Nikt nam dotychczas nie wytłomaczył, jak się to robi.

Ciocia. Po prostu sypiąc w ogień przeróżne ciała, łatwo się ulatniające, w których są zawarte niektóre metale. Spójrzcie, jak się robią takie ognie. Na spodku zapalam trochę spirytusu i sypię na ten płomień soli kuchennej. Sól kuchenna jest związkiem metalu sodu.

Ewunia. Jakież żółte światło!

Ciocia. Wszystkie związki sodu, jeśli łatwo zamieniają się na pary, barwią płomień na taki kolor żółty. Na drugim spodku zapalam także trochę spirytusu i na płomień sypię związek zwany chlorkiem potasu. Zobaczycie, że płomień będzie innej barwy.

Ewunia. Sliczny kolor liliowy!

Ciocia. Wszystkie związki potasu, jeśli łatwo zamieniają się na pary, barwią płomień spirytusowy na kolor liliowy. Związki niektóre nie dają takich kolorów, gdyż nie wypuszczają par ze siebie, a pary właśnie mogą dać jedynie barwę płomieniowi. Związki metalu baru, pokrewnego wapniowi, dają płomień zielony; miedź dostarcza także koloru zielonego. Związki znów metali zwanych litem i strontem barwią płomienie na kolor purpurowy. Są nawet niektóre

ciała, nie zawierające metalu w sobie, a mimo to barwiące płomień spirytusowy. Takiem jest kwas borowy. Na spodku zapalam trochę spirytusu i na ten płomień sypię kwasu borowego. Mogłabym równie dobrze rozpuścić kwas ten w spirytusie i spirytus zapalić. Patrzcie, co za śliczny płomień!

Ewunia. Jasno-zielony!

Adaś. Mój Boże, jakie to śliczne i zajmujące!

Staś. Doskonale! Będę miał roboty na cały tydzień. To ciekawsze jest od innych prób, które robiłem. Marną rzeczą przedstawia mi się teraz papierek lakmusowy! Znalazłem sobie teraz dopiero rodzaj zajęcia, jaki lubię: będę farbował płomienie, robił ognie bengalskie, może wynajdę jaki nowy sposób puszczania fajerwerków.

Ciocia. Zanim to nastąpi, dam ci trochę chlorku baru i strontu, abyś zobaczył, jak one barwią płomień spirytusowy. Ale nie sam,—zrobisz to z Adasiem i Ewunią, aby i oni nacieszyli się tymi ślicznymi płomieniami. Przytem Adaś ci dopomoże, on jest ostrożniejszy i starszy od ciebie. Ognie są bardzo miłe dla zabawy, nie przeczę; mają one jednak znaczenie daleko ważniejsze. Mam np. we flaszce jakiś proszek. Nie wiem, co w nim się zawiera, a jednak po barwie płomienia będę mogła poznać, jaki w nim metal siedzi ukryty. Płomienie zatem ko-

lorowe służyć nam mogą do rozbioru czyli analizy, której celem jest wykryć, z jakich pierwiastków składa się dane ciało.

Adaś. Bardzo dowcipny sposób. Wiesz co, Stasiu? będziemy szukali różnych metali.

Staś. Co będzie jednak, jeśli w jakimś proszku jest nie jeden metal, ale kilka metali? Każdy da swoje zabarwienie wybitne, wszystkie kolory się zmieszają i co wyniknie? Nikt nie pozna, co znajduje się naprawdę w proszku.

Ciocia. Naturalnie, trudniej dać sobie radę w takim razie. Mam, naprzykład, mieszaninę zwyczajnej soli kuchennej i związku zwanego chlorkiem potasu, co tak ślicznie barwi płomień na kolor liliowy,—sól kuchenna barwi silnie płomień na żółto. Wyniknie z tego zmieszania kolorów to, że kolor żółty zagłuszy słaby kolor liliowy, i wcale go widać nie będzie. Ale ludzie są mądrzy i znaleźli sposób na to, aby zobaczyć barwę liliową potasu. Przekonali się oni, że patrząc przez szkiełko niebieskie, zabarwienia żółtego nie będziemy widzieli, ale wyraźnie ujrzymy kolor liliowy nadany płomieniowi przez potas. Używając szkieł rozmaicie zabarwionych, możemy często usunąć jedne barwy, a wyprowadzać na jaw inne.

Staś. Mój Boże, żeby to można było spojrzeć przez szkiełko niebieskie na płomień, w którym jest sód i potas!

Ciocia. Przygotowałam wam tę właśnie

niespodziankę. Przyniosłam wam to oto szkiełko niebieskie, które oddaję pod opiekę Adasia, tu zaś w tym papierku jest trochę chlorku potasowego. Zmieszajcie go z solą kuchenną i przekonajcie się sami, jak będzie wyglądał płomień spirytusowy, zabarwiony taką mieszaniną, bez szkła i przez szkło.

Staś. Och! bardzo cioci dziękujemy. Żeby to tylko nabrać skąd szkieł kolorowych, dopiero mielibyśmy uciechę! Powiedz, Ewuniu, ty, co bardzo lubisz kolory, farby, barwy,—cieszyłabyś się, gdybyśmy mieli całe mnóstwo szkieł różnobarwnych? Mieszalibyśmy ze sobą sól, boraks, sól Bertholeta, glauberską, kwas borowy, czy ja zresztą wiem co? Puszczalibyśmy to wszystko w płomień i patrzyli przez różne szkła.

Adaś. Cieszmy się z tego, co nam ciocia ofiarowała. Zobaczycie, jak się dobrze zabawimy. Ale przyszła mi jedna myśl do głowy: wiemy, jak zabarwiać płomień,—nie wiemy jednak wcale, jak się robią szkła kolorowe.

Ewunia. Prawda! te śliczne szkła kolorowe, co tak cudnie wyglądają w szybach kościelnych.

Staś. Nawet na wschodach są ładne szyby kolorowe w oknach.

Ewunia. Kasia nosi biżuteryę, w której zamiast drogich kamieni są szkiełka kolorowe. Ma ona także paciorki szklane ślicznych barw.

Adaś. Ot, nawet nasz kałamarz jest ze szkła szafirowego.

Staś. Ależ dokoła jest pełno rzeczy szklanych kolorowych. Żeby to nas ciocia nauczyła robić takie szkiełka kolorowe, tak jak nas nauczyła barwić płomienie!

Ewunia. Toby dopiero dobrze było! Jabym wciąż robiła paciorki niebieskie.

Ciocia. Nie tak to łatwo robić szkło, jak sądzicie,—a przedewszystkiem trzeba na to porządnego gorąca i łatwo się strasznie sparzyć. Mogę wam jednak opowiedzieć o szkle— ale nie dzisiaj, bo wnet odejść muszę. Tymczasem zabawiajcie się płomieniami kolorowymi.

Staś. Prawda! Przez cały tydzień mamy co robić! Mamy czem się zabawić.

Ewunia. A świeca—zapomniałeś o świecy?

Adaś. Będziemy gazy ze świecy wypuszczali i zdaleka je zapalali.

Ciocia serdecznie uściskała dzieci, które, otoczywszy ją, nie chciały puścić, i przemocą prawie oswobodziwszy się od nich, szybko uciekła.

WIECZÓR JEDENASTY.

Krzemionka. Piasek. Krzem. Szkło i jego wyrób. Szkło kolorowe. Rytowanie na szkle. Glina i jej zastosowania. Dzieje grudki gliny. Dzieje ziarnka piasku. Kryształ górski. Krzemień.

Dzieci z okrzykami radości witały ciocię i z nietajoną ciekawością spoglądały na paczkę, którą przyniosła. Staś parę nawet razy dotknął jej paluszkiem, nie śmiejąc wszakże zajrzeć do wnętrza, które zapewne coś bardzo zajmującego kryło w sobie.

— „Muszę opowiedzieć cioci o naszych doświadczeniach—mówił Adaś—o ślicznych płomieniach kolorowych, które sobie robiliśmy. Tatuś nam pomagał. Kazał zgasić lampę, tak, że ciemno było w pokoju, zapalił spirytus zmieszany ze solą i jeszcze posypywał solą płomień. Buchnął ogień żółty, ale to taki żółty, żeśmy przy nim wszyscy wyglądali jak martwi."

Ewunia. Aż straszno się zrobiło.

Staś. Daleko było weselej, gdy tatuś sypał w płomień chlorku strontu. Ach! jakiż to prześliczny był kolor czerwony!

Ewunia. Jak krew. Mnie się bardziej podobał płomień zabarwiony na zielono innym proszkiem, którego nazwy nie pamiętam.

Adaś. Chlorek baru. Najciekawsze jednak, moja ciociu, to patrzenie przez szkiełko niebieskie. Już jabym lubił całemi godzinami wpatrywać się w takie rzeczy. Bo to tak zabawne! Patrzysz: płomień żółty— przesuwasz szkiełko błękitne, paf! płomień żółty niknie i widzisz liliowy. Przyłożysz szkiełko na wpół wysokości płomienia—widzisz za szkiełkiem część liliową, a nad szkiełkiem żółtą.

Staś. Takbym już chciał wiedzieć nareszcie, jak się szkło farbuje! Musi to być bardzo zajmujące, tembardziej, że farba zostaje w szkle na zawsze, a płomień barwi się tylko na chwilkę.

Ciocia. Wpierw musiałabym wam opowiedzieć, jak się szkło robi, a potem, jak się je barwi. Pewna jestem, że Staś myśli w tej chwili nad założeniem fabryki szkła.

Staś. Czemu nie! Gdybym tylko mógł!

Adaś. Tatuś mi opowiadał kiedyś, że szkło robi się z piasku. Chciałbym bardzo wiedzieć, jakim sposobem można urobić z piasku gładką i przezroczystą szybkę?

Ciocia. Ponieważ zajmujemy się chemią, która rozbiera ciała, czyli bada, z czego się skła-

dają, przeto wypada nam zastanowić się, jakie pierwiastki znajdują się w piasku, czem są i co w sobie zawierają te drobne ziarna białe, albo żółte, lśniące, twarde, gładkie, jak maluśkie paciorki, a tak pospolite, że w każdej glebie, najczarniejszej nawet, spotykamy się z niemi. Znaleziono w nich dwa pierwiastki. Jeden jest nieznany wam krzem, drugi zaś dobrze wam znany tlen.

Ewunia. Wszędzie ten tlen!

Ciocia. Krzemu nie znaleziono nigdzie odosobionego w przyrodzie. Nigdy nie istnieje on samotny, lecz zawsze w związkach. Związków zaś tych jest moc wielka na świecie, i mają one doniosłe znaczenie.

Staś. Piasek jest więc związkiem krzemu z tlenem.

Adaś. A że krzem nie jest chyba metalem, więc piasek nie jest tlenkiem metalicznym, lecz bezwodnikiem. Czy tak?

Ciocia. Jest on bezwodnikiem krzemowym.

Staś. Cioteczka kochana przyniosła z pewnością próbkę krzemu. Ciekawym, jak też on wygląda?

Ciocia. Nie, kochanku, krzemu nie mam. Jest to bowiem ciało niezmiernie trudne do wydobycia ze związków. Powiem wam o nim tyle tylko, że, tak jak węgiel, przedstawiać się on może w kilku odmianach: jako proszek brunatny,

jako kryształy podobne do blaszek sześciokątnych i szarych grafitu, lub przypominających dyament, gdyż mają kształt małych ośmiościanów pełnych blasku, a przytem twardych.

Adaś. Nazwa *krzem* przypomina krzemień, krzemionkę; kamienie te zowią może od krzemu, który zawierają?

Ciocia. Nie, krzem zowią krzemem dlatego, że wydobyto go z krzemienia i krzemionki, gdyż sam krzem czysty został niedawno poznany, krzemień zaś znany jest od wieków. Otóż krzem (wszystko jedno w jakiej odmianie) pali się, wybierając tlen z powietrza, i zamienia się na bezwodnik krzemowy. Bezwodnik węglowy jest gazem, krzemowy zaś—ciałem stałem. Piasek jest więc ciałem, wynikającem ze spalenia się krzemu.

Ewunia. Wyobrażałam sobie, że wszystko, co tworzy się ze spalenia, musi ulatywać w powietrze, że jest gazem.

Adaś. Ale gdzież tam! A metale palące się? Czy pamiętasz, jak się magnez palił, a proszek magnezyi sypał się z niego? A cynk, który się zamieniał na białe płatki, puszyste jak wata?

Ciocia. Nawet bezwodnik fosforowy jest ciałem stałem. Gdybyśmy palili fosfor pod dzwonem, ale nie na wodzie, to białe kłęby dymu fosforowego, nie znajdując wody, w którejby mogły się rozpuścić, osiadłyby na ścianach, wewnątrz słoja, jako biały nalot. Wodór zaś

zamienia się paląc na ciecz, na wodę, a nie na gaz.

Staś. Już się domyślam, jak szkło się robi. Trzeba tylko piasek mocno ogrzać, przetopić i rozlać cieniutko na czemś płaskim, żeby zastygł.

Ciocia. Piasek, kochanku, bardzo trudno topnieje. W piecyku elektrycznym, o którym wam już kilka razy wspominałam, piasek topnieje, wre i paruje, ale trzeba na to bardzo mocnego ognia. Ale sam piasek nie wystarcza do urobienia szkła. Prócz niego potrzebne są inne jeszcze ciała. Możemy piasek przetopić z sodą, z tą samą, której używamy do szorowania. Gdy masa stopnieje, wylewamy ją na cegłę i czekamy, aż ostygnie. Skoro ostygnie, wówczas twardnieje i staje się podobną do szkła. Szkło to zowią wodnem, bo rozpuszcza się w wodzie.

Staś. Oho! Od deszczu taka szyba mogłaby się rozpuścić? Toby dopiero było zabawne!

Ciocia. To też nie używają takiego szkła do szyb. Na niewiele zdałyby się takie szyby. Ponieważ jednak przekonano się, że szkło wodne zabezpiecza przedmioty od spalenia, więc nasycają niem drzewo, płótno, papier, aby je uchronić od ognia. Dość, że i szkło wodne nie jest bezpożyteczne.

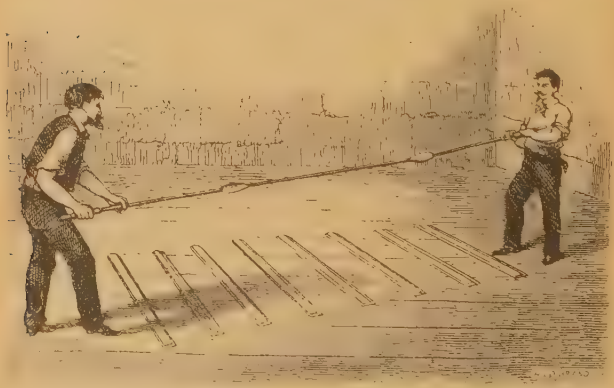
Jeśli razem z wodą i piaskiem przetopimy trochę wapniaku, który jest bardzo pospolitym

związkiem wapnia, wówczas otrzymamy szkło kruche i przezroczyste, a nie rozpuszczające się w wodzie, czyli nasze zwykłe szkło. W fabrykach, gdzie szkło wyrabiają, czyli w hutach szklanych, postępują w ten sposób, że w wielkich donicach przetapiają piasek z potażem (zamiast sody) i wapniowcem. Wszystko to musi być przedtem drobno zmielone. Gdy masa jest przetopiona, wówczas można z niej odlewać różne przedmioty, lub wydmuchiwać je, wytłaczać, wyciskać z formy. Robotnik nabiera na koniec cybucha nieco masy szklistej, wkłada ją do formy metalowej i dmie w cybuch. Z masy szklanej powstają bańki szklane, tak jak bańki mydlane powstają z wody mydlanej. Bańkom szklanym można nadawać różne kształty, zależnie od użytej formy, lub od poruszania w ten lub ów sposób. Można więc wydmuchać butelkę, karafkę, szklankę, dzbanek. Szkło wreszcie przetopione można wyciągać na nici tak cienkie, że niczem nie ustępują niciom jedwabnym. Tafle szklane na szyby robi się trochę inaczej. Robotnik wydyma najprzód wielką banię szklaną, a gdy jest dostatecznie wielka, wówczas ją przecina wzdłuż, rozciąga na stole mètalowym, bacząc, aby powoli stygła. Wszystkie wyroby szklane muszą wolno ostygać, inaczej szkło robi się niezmiernie kruche. Są wreszcie przedmioty, które wyrabiają się z gorącej masy szklistej przez wyciąganie lub wyciskanie.

Rys. 44. W hucie szklanej.

Staś. Bardzo to wszystko ciekawe, ale chciałbym już wiedzieć, jak się szkło farbuje?

Ciocia. Trochę cierpliwości, a wnet się dowiesz. Jeśli do masy szklanej dodamy niektórych ciał w drobnej ilości, to masę zabarwimy. Jeśli użyty piasek jest żelazisty, wówczas szkło się zabarwi na zielono lub brunatno. Bu-



Rys. 45. Wyciąganie szkła.

telki od piwa barwę swą zawdzięczają temu właśnie żelazu.

Ewunia. Ale to są brzydkie barwy. Czem jednak barwią prześliczne szkiełka niebieściutkie, lub zielone, albo fioletowe?

Ciocia. Żeby otrzymać szkło szafirowe, lub niebieskie, dodają do masy szklanej nieco tlenku kobaltu. Kobalt jest metalem podobnym do ni-

klu. Jeśli tlenku tego użyjemy więcej, to szkło będzie mocniej zabarwione, jeśli mniej, to kolor będzie jaśniejszy. Tlenek metalu manganu barwi szkło na kolor liliowy, albo fijoletowy, miedź—na zielony, złoto—na purpurowy. Na tem polega tajemnica, której tak bardzo byliście ciekawi. Gdy ujrzycie w starych naszych kościołach prześliczne szyby różnobarwne, to pomyślcie sobie tak: tę śliczną rozetę szafirową zrobiono ze szkła zabarwionego kobaltem, tę szybę liliową—ze szkła zabarwionego manganem, liście urobiono z małych szybek zafarbowanych miedzią, żółte obwódki—ze szkła zafarbowanego żelazem.

Nie dość jednak na tem. Widzieliście nieraz szkła kryształowe, słyszeliście o strassie i o emalii. Ciekawa rzecz, jak się to wszystko robi? Zależnie od tego, co dodamy do masy szklistej zamiast wapniaku, otrzymamy kryształ, lub strass, albo emalię. Jeśli dodamy ołowiu zamiast wapniaku, to będziemy mieli *kryształ*, będący szkłem bardzo błyszczącem i ciężkiem. Jeśli użyjemy jeszcze więcej ołowiu, to otrzymamy *strass*, wysyłający tak piękne ognie, że używają go do naśladowania dyamentu. Jeśli zamiast wapniaku dodamy ołowiu i cyny, to otrzymamy *emalię*, która jest zupełnie matowa.

Ewunia. Więc medalik, który mam z niebieskiej emalii, jest po prostu szkłem?

Ciocia. Nic mu to nie ujmuje. Zgadnijcie

jednak, jak zabarwić emalię lub strass na różne śliczne kolory?

Adaś. Ależ chyba tak samo, jak szkło, dodając do masy roztopionej tego lub tamtego tlenku.

Ciocia. Doskonale! Strass, kryształ, emalię, można barwić tak jak szkło i wówczas otrzymuje się prześliczne rzeczy. Strass, np. zabarwiony na kolor szafirowy, naśladuje do złudzenia szafiry; strass liliowy dorównywa pięknością ametystom. Dość, że różne drogie kamienie można tym sposobem naśladować.

Ewunia. Widać jednak zapewne, że to po prostu szkło.

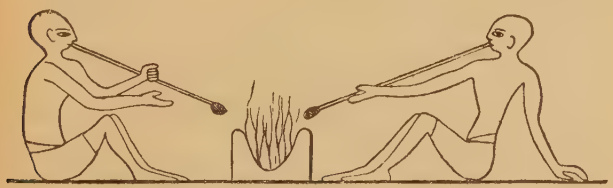
Ciocia. Na pierwszy rzut oka tego nie poznać. Przyjrzawszy się jednak bliżej, spostrzegamy, że nie dorównywają one ani blaskiem, ani twardością prawdziwym klejnotom. Powiem wam zresztą, że choć się bardzo cieszę, iż ludzie doszli do robienia tak ślicznych rzeczy, to jednak nie lubiłabym ubierać się w takie podrabiane klejnoty.

Adaś. Och! Rozumiem to doskonale. Wyglądałoby to, jakby ciocia chciała ludzi oszukać.

Ciocia. Masz racyę, Adasiu, w noszeniu fałszywych klejnotów tkwi zawsze ziarno fałszu, a tego nie lubię. Nie sądźcie jednak, aby szkło służyło tylko do wyrabiania cacek. Nie mówiąc już o szybach, które są istnem dobrodziejstwem, gdyż wpuszczają do mieszkania słońce

i światło, nie narażają nas na chłód i ulewę,— szkła używają do wyrabiania okularów, szkieł powiększających, dozwalających badać świat, istot tak drobnych, że się ich gołem okiem nie widzi,—lub szkieł powiększających, przez które uczeni badają słońce, gwiazdy, księżyc, tak szalenie od nas odległe.

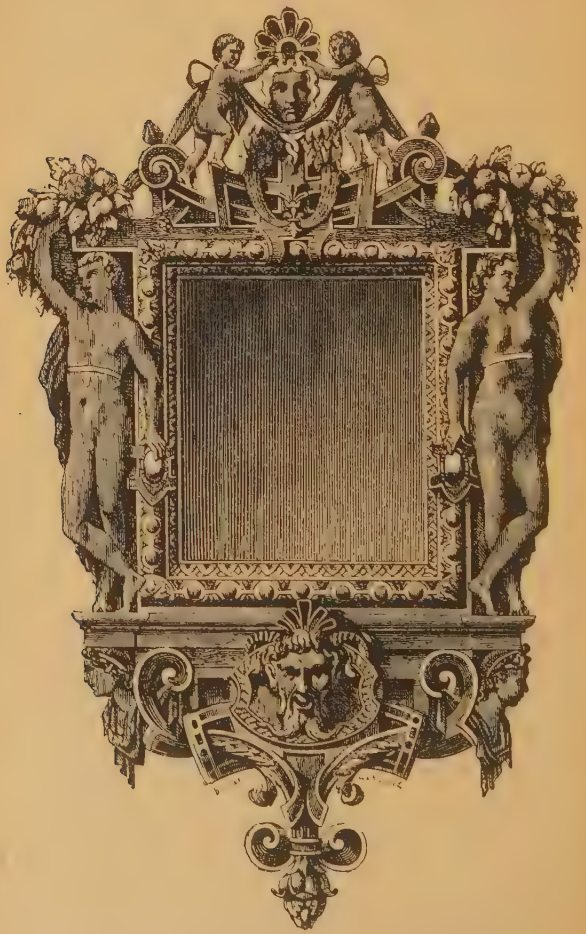
Podanie niesie, że pierwsi Fenicyanie (naród, żyjący w starożytności, a zamieszkały w Azyi Mniejszej) znaleźli sposób robienia szkła. Prawdopodobnie jednak starożytni Egipcyanie wyra-



Rys. 46. Starożytni Egipcyanie wyrabiali przedmioty szklane.

biali szkło bezbarwne i kolorowe i od nich umiejętność ta przeszła do Europy. Pod koniec wieków średnich, aż do końca XVII stulecia, Wenecya słynęła ze swych szkieł: szkła weneckie puhary, szklanki, kielichy, mozaiki szklane, lustra były wielce cenione. W Niemczech, a szczególnie w Czechach, były liczne huty szklane, a szkła czeskie są i dotychczas znane ze swej piękności.

Staś. Przyszło mi na myśl, proszę cioci, że ludzie umieją jakoś po szkle rysować. Wi-



Rys. 47. Lustro weneckie w ramach szklanych.

dzieliśmy nieraz napisy i rysunki zrobione na szkle. Myślałem sobie nieraz: Jak się to robi? Czy scyzorykiem, czy dłutkiem?

Ewunia. Może jakąś ostrą i mocną igłą.

Adaś. Ale skąd znowu! Szkło jest okropnie twarde. Mama nam mówiła, że dyamentem można rysować po szkle, że dyament nawet szkło przerzyna.

Ciocia. Tak jest, ale do rysowania na szkle używają innego sposobu. Istnieje pewien kwas zwany fluorowodorem dlatego, że składa się z pierwiastku fluoru i wodoru. Jest to jedyne ciało, rozpuszczające szkło. Otóż pewien Polak, ś. p. *Antoni Hahn,* wpadł na myśl użycia tego kwasu do rytowania na szkle. Wiecie, jak się to robi? Szybę szklaną powleka się warstwą wosku i po tym wosku robi się rysunek, ale tak głęboko zapuszczając dłuto, aby sięgnąć do szkła. Następnie szybkę trzyma się nad parami fluorowodoru. Pary te wgryzają się szczelinami odkrytemi do szkła i wyżłabiają je; wosku nie naruszają wcale. Po pewnym czasie wosk się zeskrobuje, płytę obmywa doskonale terpentyną, która rozpuszcza resztki wosku, a gdy szkło się oczyści, wówczas rysunek zrobiony na wosku występuje na nim wyraźnie. Gdybym na wosku napisała: „*tlen*“, to napis ten odczytałabym następnie na szkle.

Adaś. A to dowcipny sposób! Pary kwasu same sobie piszą po szkle, wżerają się w nie,

nagryzają. A my nie potrzebujemy się mozolić, aby na twardem szkle pisać: wystarczy pisać po miękkim wosku.

Staś. Że też ludzie tyle rzeczy obmyślili dla swej wygody!

Ewunia. Powiedz raczej dla upiększenia, albo, że wynaleziono wygodny sposób upiększenia szkła. A szkło kolorowe, a kryształy, a emalie, strassy — do czegoż to wszystko służy, jeśli nie do upiększenia mieszkań i siebie!

Adaś. Och tak! Za wiele może robi się dla piękności i nieraz myślę nad tem, czy nie lepiej było na świecie ludziom, gdy wystarczały im garnki gliniane.

Ciocia. Glina, tak jak szkło, jest związkiem krzemu i zawiera tlen w sobie. Prócz tego jednak zawiera w sobie metal glin, który od niej wziął swą nazwę. Szkło jest związkiem sztucznie urobionym przez człowieka, glina zaś— ciałem naturalnem, danem nam przez przyrodę. Jest wiele rodzajów gliny. Najczystsza, której próbkę wam przyniosłam, jest zupełnie białą i zowie się *kaolinem*, lub glinką porcelanową, bo służy do wyrobu porcelany. Bogate jej pokłady znajdują się w Saksonii, we Francyi, w Chinach, to też od dawna porcelana saska, sewrska i chińska były znane ze swej piękności. Gliny białej jest jednak stosunkowo niewiele. Najpospolitsza...

Staś. To z pewnością glina ruda! Widzie-

liśmy jej dużo, dużo na wsi. Wykopywali ją z ziemi i wywozili.

Ciocia. Tak jest. Oto macie kawałek tej gliny. Rudy jej kolor jest nadany przez żelazo. Piasek rudy jest także żelazisty, a żelazo bardzo często barwi różne przedmioty w ten sposób. Glina i szkło, jak widzicie, różnią się ogromnie od siebie.

Ewunia. Szkło jest kruche, przejrzyste, a glina miękka, w dotknięciu jakby tłusta.

Ciocia. Bezkształtna, najczęściej ruda. Glina trudno się topi. Nie rozpuszcza się wcale w wodzie, lecz tworzy z nią ciasto. Zauważyliście może, że w tych miejscach ogrodu, gdzie jest glina, woda po deszczu stoi przez długi czas, miesza się z gliną i tworzy gęste, żółte lub brunatne błoto. Dzieje się tak dlatego, że glina nie przepuszcza wody przez siebie, stąd jeśli w glebie jest dość głęboko ukryta warstwa gliny, to nie dozwoli ona wodzie deszczowej uciec w głąb gruntu.

Staś. Pamiętam, że często mówiono na wsi o tem, że glina jest w glebie potrzebna dla roślin.

Ciocia. Ano, skoro utrzymuje wilgoć w gruncie, zapobiega wysuszeniu ziemi, to tem samem wiele już daje dobrego roślinom, które, jak wszystkim wiadomo, potrzebują koniecznie wilgoci. Jeśli glinę zmieszamy z wodą na ciasto, wówczas będziemy mogli jej nadać przeróżne

kształty naczyń. Naczynia podobne wysuszamy, a następnie wypalamy, to jest wkładamy do specyalnego pieca. Wówczas woda z gliny wyparuje, glina stwardnieje i będziemy mieli naczynie twarde, kruche i trwałe, gdyż glina po wypaleniu zmienia się nie do poznania i nie napawa się już wodą, staje się twarda i krucha, i ani woda, ani inne ciecze nie mają na nią wpływu. Dlatego też używają jej do wyrabiania garnków, cegieł, fajansów i porcelan. Do garnków i cegieł używają gliny gorszego gatunku, czerwonej, rudej i żółtej. Cegły wyrabiamy w ten sposób, że glinę taką pakujemy w formy kształtu wstęgi, mocno ściskamy, poczem rozdzielamy drutem na pojedyńcze cegły i wypalamy. Czerwony kolor nadaje cegłom żelazo, żółte zaś cegły zawierają prócz żelaza dużo wapna.

Adaś. Nie rozumiem jednej rzeczy: jeżeli z gliny zrobimy ciasto, z ciasta ulepimy garnek, a garnek wstawimy do pieca, aby się wypalił, to garnek taki, zanim się wypali, klapnie, straci kształt, obsunie się, bo ciasto jest miękkie.

Ciocia. To też dorzucają do ciasta glinianego trochę krzemionki, kredy, lub innych materyałów, aby mu dodać twardości. Zauważyliście jednak może, że miski i garnki gliniane są pokryte najczęściej szklistą powłoką, zwaną polewą? Polewę tę robią naumyślnie, obsypując przedmiot, podczas wypalania, garścią soli. Sól topnieje i łączy się z gliną na związek szklisty.

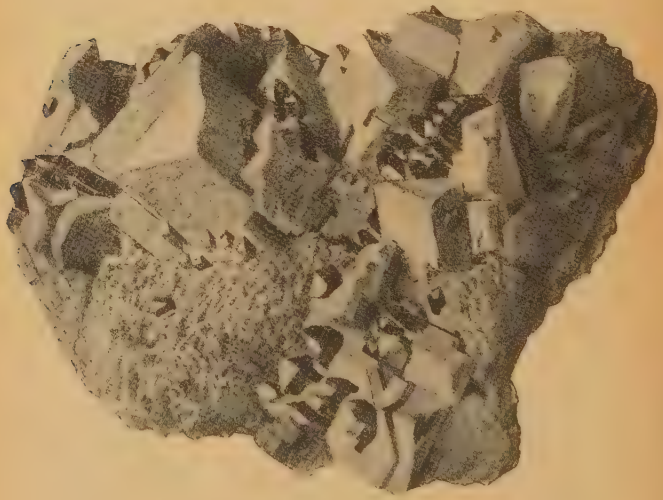
Ewunia. Czy się to robi dla ozdoby, proszę cioci?

Ciocia. Nie koniecznie. Glina po wypaleniu jest dziurkowata i przez to samo przesiąkliwa. Polewę zaś robią w celu pokrycia jakby lakierem drobniutkich dziureczek, któremi usiana jest glina. Lakier taki nic przez siebie nie przepuści. Naczynia fajansowe tak samo się wyrabiają, jak gliniane, tylko lepszej a raczej czyściejszej gliny się do nich bierze. Porcelanowe zaś robią się podobnie, tylko że wypala się je w piecach specyalnych do tak wielkiego gorąca, aż porcelana przetopi się nieco po wierzchu i wytworzy szklistą powłokę. Wyroby gliniane znane są od wieków. Cegły palone używane były przez Egipcyan, Grecy zaś starożytni i Etruskowie (w północnych Włoszech) słynęli z wyrobu przepięknych przedmiotów glinianych. Pożyteczną jest dla nas glina. Niemałą przysługę wyświadcza przyroda, wytwarzając ją jakby naumyślnie dla nas.

Adaś. Przyroda wyrabia glinę? Jakim sposobem? Czy może krzem łączy się z innymi pierwiastkami gdzieś tam w środku ziemi i tworzy glinę? Ciekawa bardzo rzecz, jak się glina sama robi!

Staś. A może będzie to historya podobna do powstawania dyamentów: gorąco piekielne, ciśnienie nie do zniesienia i tym podobne straszne rzeczy!

Ciocia. Dzieje gliny różnemi są zupełnie od dziejów dyamentów. Słyszeliście zapewne o *skałach granitowych*, które nagie i połupane wznoszą się nieraz bardzo wysoko, połyskując w słońcu, groźne i niedostępne. Oto przyniosłam wam kilka próbek tych skał.



Rys. 48. Skały granitowe.

Ewunia. Jeden granit różowy, drugi biały, trzeci zielonkawy.

Staś. A jak się lśnią! Popatrz, Ewuniu, jakie one są przyprószone niby pudrem złotym i srebnym.

Ciocia. Granit nie jest kamieniem jednoli-

tym; jest on skałą złożoną z kilku gatunków kamieni. Tabliczki różowe w tym kawałku, białe w drugim, a w trzecim zielonkawe, zowią się *felspatem*. One to nadają kolor granitowi. Ziarna białe i żółtawe, trochę przeświecające i jakby tłuste, zowią się *kwarcem*. Błyszczące zaś okruchy złote i srebrne, rozsiane wszędzie po trochu, stanowią *mikę*. Granit jest zatem skałą złożoną z trzech minerałów, a wszystkie trzy są związkami krzemu. Felspat i kwarc mają bardzo doniosłe znaczenie w przyrodzie.

Staś. Proszę cioci, ja mam parę kawałków granitu w swoim zbiorze. Znalazłem je na szosie, na tych stertach kamieni poukładanych wzdłuż szosy, a ponieważ błyszczały, więc je podniosłem. Oto są.

Ciocia. Jest to naprawdę granit. Nie dziwię się wcale, żeś go znalazł na szosie, gdyż drobnych kamyków granitowych używają właśnie do usypywania i ubijania dróg, a większych do brukowania ulic. Piękne zaś okazy granitu używane są, tak jak marmur, do różnych wyrobów. Wielkie tafle granitowe po oszlifowaniu nabierają blasku i ślicznie wyglądają. Robią z nich kolumny, kominki, wschody, posadzki. Dawniej nawet stawiano wielkie budowle granitowe, które przetrwały aż do naszych czasów, tak są mocne. Oszlifowanie przyczynia się w znacznej mierze do nadania mocy granitowi,

gdyż powierzchnia gładka jest oporniejsza od chropawej na różne wpływy nieprzyjazne. Jeśli istnieją budowle i pomniki granitowe, które przetrwały do czasów bardzo dawnych, to granit, wznoszący się w postaci skał poszarpanych i połupanych, nie przedstawia podobnej mocy. Skały

Rys. 49. Obciosywanie tafli granitowych.

te stoją bezbronne, smaga je deszcz, śnieg i grad, obwiewają je wichry, rozsadza mróz, działa na nie naprzemian gorąco i zimno, wilgoć i susza, wygryza je i podmywa wsiąkająca w najdrobniejsze szczeliny woda. Dość, że dumnie wznoszące się skały pękają, kruszeją, groźnie sterczące

baszty i wieżyce powoli podminowane staczają się w doliny, rozpadają się na głazy, rozpękają na kamienie, rozlatują na okruchy, a wreszcie rozsypują się zupełnie. Zjawisko to zowiemy *wietrzeniem* skał. Patrzcie! Ten kawałek granitu jest zwietrzały. Weź go, Stasiu, i rozłam.

Staś. A prawda. Rozleciał się na kilka kawałków i posypał się z niego miał.

Ciocia. Co się dzieje z kwarcem i felspatem podczas wietrzenia granitu? Felspat nietylko się rozkrusza, ale rozkłada, i to w ten sposób, że wydziela się z niego glina. W glinie rozsiane są nawet często całe tablice felspatu, które nie zdołały się jeszcze zamienić na glinę. Kwarc zaś rozsypuje się po prostu na drobne ziarna piasku, lecz się wcale nie rozkłada.

Staś. Jakto nie rozkłada, kiedy się zamienia w piasek?

Ciocia. Kwarc jest bezwodnikiem krzemowym w postaci sporych ziarn, a piasek tymże samym bezwodnikiem w postaci drobniutkich ziarn. Nic więc dziwnego, że z kwarcu może powstać piasek tylko przez rozkruszenie.

Staś. A felspat?

Ciocia. A felspat jest bardzo złożonym *krzemianem*. Słyszeliście już o węglanach, teraz wspominam wam o krzemianach, lecz objaśnić was, czem są krzemiany, nie mogę teraz. Otóż felspat rozkłada się naprawdę. Glina jest innem ciałem od felspatu, daleko od niego prostszem;

jest to także krzemian, mianowicie krzemian glinowy, gdy felspat zawiera w sobie, prócz glinu, inne jeszcze metale. Glina zatem i piasek biorą początek że skał granitowych.

Adaś. Wszystek więc piasek rozsypany po świecie: na dnie oceanów, u wybrzeży morskich, na wielkich pustyniach, na dnie jezior, strumieni i rzek, piachy nasze porosłe sosną—wszystek piasek wziął się z kwarcu i migotał się może kiedyś na słońcu w postaci wielkich ziarn kwarcowych w ścianach z granitu.

Ewunia. A wszystka glina, taka szkaradna, była kiedyś prześlicznemi taflami felspatu, piękny kolor nadającemi granitowi?

Ciocia. Nieinaczej. Rozrzucenie zaś po całym świecie piasku i gliny jest dziełem wody. Woda je porywa i unosi ze sobą, roznosząc na wsze strony. Na dnie morskiem piasek nieraz się zbija, skleja, skupia i wytwarza na nowo skały. Zowiemy je *piaskowcami.* Przyjrzyjcie mu się proszę. Mam tu w tej paczce kilka ich gatunków.

Staś. Zupełnie inaczej wyglądają, niż granit.

Adaś. Naturalnie, bo ulepione są z samych ziarn piasku.

Ewunia. Najładniejszy to ten biały i lśniący jak cukier, choć i ten żółty i ten rdzawy nie są brzydkie.

Ciocia. Te są najpospolitsze. Widzicie więc, że bezwodnik krzemowy, czyli, jak go zo-

wią, *krzemionka bezwodna*, występuje w przyrodzie w różnych postaciach. Spotykamy ją również jako prześliczne kryształy przejrzyste jak woda, lub matowo białe, lekko po brzegach przeświecające. Zowią je *kryształem górskim*, gdyż w górach je znajdują. Przyjrzyjcie się temu oto kryształowi górskiemu. Przyniosłam wam dzisiaj, jak widzicie, różne minerały.

Adaś. Jest to słupek o sześciu ściankach.

Staś. U wierzchołka ściętych.

Ewunia. W piramidkę.

Ciocia. Rzadko który minerał tak wyraźną przybiera postać krystaliczną, jak kryształ górski. Bywają niekiedy kryształy górskie tak wielkie, że mają łokieć długości. Stanowi to oczywiście rzadkość. Najczęściej wyrasta ich kilka razem ze wspólnej podstawy. Większe okazy używane są do robienia okularów i rożnych przyrządów, służących do patrzenia, mniejsze zaś są używane do szlifowania, gdyż kwarc jest bardzo twardy. Kryształ górski może również przybierać różne barwy: żółty zowie się *cytrynem*, brunatny—*kwarcem zadymionym*, liliowy—*ametystem zachodnim*.

Rys. 50. Kryształ górski.

Rys. 51. Grupa kryształów górskich.

Ewunia. Znam ametysty. Są to śliczne kamienie.

Ciocia. Są to kamienie ozdobne. Ametyst ciemnej barwy jest nawet dość drogi i poszukiwany.

Adaś. Już ja domyślam się, proszę cioci, że kryształ górski przejrzysty i bezbarwny jest krzemionką bezwodną czystą, tak jak korund bezbarwny jest czystą glinką; odmiany zaś kolorowe, jak ametyst, kwarc zadymiony, cytryn, są zapewne tąż krzemionką zabarwioną odrobiną ciał obcych, tak jak rubin i szafir są korundem zabarwionym drobnym pyłkiem substancyi kolorowych.

Ciocia. Naturalnie. Krzemionka wreszcie wytwarza inne jeszcze minerały ozdobne, jak jaspis, agat, oniks, piękniejsze od marmuru i używane do wyrabiania kosztownych kałamarzy, lamp, przycisków, lichtarzy, konsolek i t. p. Są one różnych barw i dochodzą nieraz do cen wysokich. Muszę wam wreszcie wspomnieć o krzemieniu. Znacie go wszyscy. Mimo to przyniosłam wam dwa kawałki krzemienia, jeden bury, drugi jasny.

Staś. Pewno będzie krzesanie iskier!

Ciocia. Spróbuj, proszę, wykrzesać iskrę.

Staś. Uderzę tylko oba krzemienie kant o kant. Oto sypią się iskry.

Adaś. Od uderzenia stali posypią się także iskry.

Ciocia. Nieinaczej. Dlatego też używano dawniej krzemieni do rozniecenia ognia, wówczas, gdy nie znano jeszcze zapałek. W czasach zaś bardzo a bardzo odległych, gdy człowiek żył wpół dziki, wykuwał sobie z krzemieni topory i noże, potrzebne mu do obrony lub do pozyskania zdobyczy. Grubo wyciosanemi igłami krzemiennemi zszywał skóry dzikich zwierząt i opasywał się niemi, krzemień zaś wybierał śród innych kamieni z powodu jego twardości. Dość, że dla tych ludzi krzemień był bardzo pożyteczny.

Adaś. Tak jak dla nas żelazo.

Staś. Piękne są te wszystkie kamienie, które nam ciocia przyniosła. Ale co do mnie, to ja wolę sztuczki, te śliczne sztuczki, które nam ciocia pokazuje:

Ewunia. A ja wolę kamienie.

Staś. Jakże szczęśliwymi byli ci ludzie pierwotni! Cobym dał za to, żeby znaleźć się raptem na wyspie bezludnej! Krzesałbym sobie iskry z krzemieni, rozniecał ogień i gotował wieczerzę.

Ewunia. Gdyby tam cukier miałki leżał zamiast piasku na wybrzeżu, a skały były czekoladowe, to i jabym tam pojechała.

Staś. Co mi po czekoladzie! Jabym polował, moja droga, zabijałbym lwy i tygrysy, żywiłbym się mięsem bawolem.

Rys. 52. Człowiek pierwotny wykuwał sobie z krzemienia topory potrzebne mu do obrony.

Ewunia. Wziąłbyś z sobą chyba fuzyę tatki.

Staś. Wyciosałbym sobie topór krzemienny i wojowałbym.

Ewunia. Igłą krzemienną szyłbyś sobie ubranie. Jakiś ty zabawny, Stasiu! jaki zabawny!

Staś. Nie żartuję wcale.

Ciocia. Rozmyślaj więc sobie, Stasiu, jakbyś mógł żyć sam jeden na wyspie bezludnej. Ewuni utkwią zapewne w pamięci szkła i kamienie kolorowe, a Adaś o czemże będzie rozmyślał przez tydzień cały?

Adaś. Wyrób szkła i porcelany bardzo mię zaciekawił, ale najwięcej podobało mi się powstawanie piasku i gliny ze skał granitowych.

Staś. Jeśli ciocia pozwoli, to wezmę sobie ten kawałek granitu zwietrzałego: będę go trzymał na wilgoci w ogródku i codzień pójdę obejrzeć, czy rozleciał się na glinę i piasek.

Ciocia. Na to długich lat potrzeba. Tak szybko nie tworzą się nowe ciała w przyrodzie. Zostawiam wam kamyczki. Przyjrzyjcie się im dobrze. Sama zaś muszę już uciekać.

— „Do widzenia, ciociu! Do widzenia!“— wołały dzieci, całując wielokrotnie ciocię.

WIECZÓR DWUNASTY.

Kwasy. Kwas siarczany. Wyrób jego w komorach ołowianych. Wyrób bezwodnika siarkowego. Własności kwasu siarczanego. Odczynnik. Kwas azotowy. Kwas fosforowy. Kwas krzemowy.

— „Wiecie już—mówiła ciocia—że bezwodniki łączą się z wodą i zamieniają wówczas na kwasy. Czy pamiętacie, jak siarka i fosfor, paląc się pod słojem, wypuszczały białe dymy, które po pewnym czasie znikły, gdyż rozpuściła je woda."

Staś. Doskonale pamiętam, proszę cioci. Próbowaliśmy wówczas niebieskim papierkiem lakmusowym, czy woda ta jest kwaśną.

Adaś. Wtedy już mówiła nam ciocia o tem, że bezwodniki łączą się z wodą i razem z nią tworzą nowe ciała, zwane kwasami—tak samo jak tlenki metaliczne, łącząc się z wodą, zamieniają się na nowe związki, zwane wodzianami.

Ciocia. Nieinaczej. Otóż dziś zapoznamy się z kwasami, gdyż są to ciała bardzo ważne. Wśród nich najważniejszym jest kwas siarczany.

Ewunia. Wspominała nam już o nim ciocia kilka razy.

Ciocia. Przypomnijcie sobie, kiedy?

Adaś. Przy wodorze, gdyż kwas siarczany, rozcieńczony wodą, rozpuszcza cynk i wypuszcza ze siebie wodór.

Staś. I przy bezwodniku węglowym, bo jeśli kwasem siarczanym oblejemy jakiś wapniak, wówczas wychodzi bezwodnik węglowy.

Ewunia. Wiemy też, że siarka, paląc się, zamienia na duszący gaz, który, rozpuszczony w wodzie, przemienia się na kwas siarczany.

Ciocia. Nie siarczany, lecz siarkawy,

Ewunia. Czyż to nie wszystko jedno?

Ciocia. Są to dwa kwasy odrębne. Kwas siarczany bogatszy jest w tlen od siarkawego i z niego daje się otrzymać pod wpływem tlenu. Innemi słowy, jeśli do kwasu siarkawego dodamy tlenu, to zamieniamy go na kwas siarczany.

Staś. Więc woda, która się zostaje pod słojem po spaleniu siarki, jest zakwaszona kwasem siarkawym, a nie siarczanym.

Ciocia. Tak jest, ale kwas siarkawy bardzo chciwie łączy się z tlenem, i pozostając czas jakiś w zetknięciu z powietrzem, przeistacza się na kwas siarczany. Czegoż więc trzeba do zrobienia kwasu siarczanego?

Adaś. Chyba przedewszystkiem siarki, którą spalimy na bezwodnik.

Ewunia. A potem wody.

Staś. I tlenu, a będzie kwas siarczany.

Ciocia. Doskonale! Mając siarkę, wodę i tlen, można otrzymać kwas siarczany. Kwas ten znany jest od czasów bardzo dawnych, gdyż są poszlaki, stwierdzające, że w VIII stuleciu znano już w Hiszpanii sposób przyrządania kwasu siarczanego. W XVII stuleciu otrzymywano go przez palenie siarki w naczyniach wilgotnych. Wilgoć wyciągała bezwodnik siarkawy; tym sposobem powstawał kwas siarkawy, który następnie zwolna utleniał się na powietrzu, zamieniając się na kwas siarczany. W XVIII wieku zbudowano pierwszą fabrykę kwasu siarczanego w pobliżu Londynu. W fabryce tej znajdowały się wielkie naczynia szklane, w których palono siarkę; na dnie tych wielkich rezerwoarów znajdowała się woda. Tworzyłby się więc znów kwas siarkawy, a nie siarczany, gdyby nie to, że używano tam pewnej materyi bardzo utleniającej, która szybko przekształcała go na kwas siarczany. Materyą tą była saletra. Saletra jest azotanem. Jest to jedno z ciał najbogatszych w tlen, łatwo swój tlen ustępujące innym ciałom. W owym czasie nie wiedziano jeszcze dobrze, dlaczego saletra jest pomocna w wyrabianiu kwasu siarczanego; używano jej, gdyż zauważono, że ułatwia ona wyrób kwasu siarczanego. Dopiero w końcu

XVIII stulecia dwaj francuzi, *Clement* i *Desormes*, dowiedli pierwsi, że saletra działa tu swoim tlenem, że trzeba tlenu do zamiany kwasu siarkawego na siarczany. Tym sposobem rzucili oni naukowe podwaliny wyrabiania kwasu siarczanego, objaśnili naukowo to, co znanem było z praktyki jedynie i do owego czasu pozostało niewyjaśnionem. Odtąd zaś fabrykowanie kwasu siarczanego zaczęło szybko postępować. Przedewszystkiem zaniechano użycia naczyń szklanych, gdyż były one naturalnie bardzo niepraktyczne. Zamiast naczyń szklanych zbudowano mocny piec żelazny, w którym palono siarkę, bezwodnik zaś siarkawy odprowadzano rurą do wielkiej komory zrobionej z ołowiu, a raczej wybitej wewnątrz blachą ołowianą.

Staś. Dlaczego z ołowiu, proszę cioci?

Ciocia. Bo ołów jest metalem, którego taki kwas siarczany nie rozpuszcza. Otóż dym z płonącej siarki buchał rurą w wielki ten pokój ołowiany. Za tym pokojem znajdowała się druga taka sama komora, za drugą trzecia, a nawet czwarta, wszystkie zaś łączyły się ze sobą rurami. Bezwodnik siarkawy mógł więc sobie spacerować po tych pokojach z ołowiu. Otóż Clement i Desormes zastosowali wnet praktycznie swą zdobycz naukową do takiej fabryki. Urządzili oni ciąg powietrza przez szereg komór, w celu utleniania powietrzem kwasu siarkawego na siarczany i zaoszczędzenia saletry. W komorach zaś

napryskiwano, za pomocą osobnych przyrządów, wodę w postaci pary. Dość, że bezwodnik siarkawy, wędrując z komory do komory, napotykał po drodze wodę i tlen, łączył się zatem z wodą i tlenem i zamieniał na kwas siarczany, który w miarę jak się tworzył, opadał na dno komór, jak deszcz. Obecnie większość jeszcze fabryk kwasu siarczanego jest na ten wzór zbudowana. Nie palą już jednak siarki czystej w piecach, gdyż szkoda jej do tego celu. Spożytkowują po prostu bogate związki siarki, tak zwane piryty (są to rudy), które doskonale nadają się do tego celu, gdyż siarka ich pali się znakomicie. Następnie w jednej z komór ustawiają obecnie płaskie naczynia, na których szerokiej powierzchni spływa bezustannie drobny strumień kwasu azotowego. Kwasu tego używają zamiast saletry, gdyż równie dobrze utlenia, jak ona. W większości fabryk wyrób kwasu siarczanego odbywa się w taki sposób: w piecu odpowiednim zapalają pokawałkowane piryty siarkowe; paląc się, wypuszczają one ze siebie bezwodnik siarkawy, który zostaje odprowadzony rurą do szeregu izb, wyłożonych blachą ołowianą i łączących się rurami ze sobą. Przez izby te zostaje przeprowadzony ciąg powietrza, który działa utleniająco. W komorach tych bezwodnik natrafia na natryski pary wodnej i na kwas azotowy, silnie go utleniający; dość, że zamienia się on na kwas siarczany, który gromadzi się na

dnie komór i spływa do kadzi ołowianych. Kadzie te ogrzewamy, aby woda wyparowała z kwasu, który jest zawsze zmieszany z wielką ilością wody. W miarę ubywania wody, kwas tężeje, staje się coraz to mocniejszy i nagryzać zaczyna ołów. Wówczas przelewają go w kotły platynowe i grzeją, grzeją, aż straci prawie zupełnie wodę. Platyna bowiem jest metalem, na który kwas siarczany najbardziej stężony nie ma wpływu.

Adaś. Dlaczegoż w takim razie nie zbudują odrazu komór z platyny, a nie z ołowiu? Dlaczego zbierają kwas najprzód w kadziach ołowianych, a dopiero na końcu używają platyny? Prościej byłoby użyć odrazu kadzi platynowych i w nich ogrzewać kwas siarczany, aż straci wodę.

Ciocia. Byłoby to zapewne prościej. Trzeba jednak liczyć się ze względami praktycznymi. Ołów jest pospolity i przeto tani. Platyna zaś jest drogim metalem. Zaliczają ją do rzędu metali szlachetnych i cenią na równi ze złotem. Za drogoby więc wypadły komory platynowe i kadzie wyłożone platyną; dlatego więc zastępują ją ołowiem, i wówczas dopiero, gdy ołów wydołać nie może, używają platyny. Nie przyszłoby ci zapewne na myśl zapytać, czemu nie używają komór wyłożonych blachą złotą i złotych kadzi, gdyż złoto jest bardziej znane od platyny jako metal drogocenny.

Staś. Proszę cioci, ja zaś chciałbym wiedzieć, dlaczego ciocia nazywa dym, który idzie z płonącej siarki, bezwodnikiem siarkawym, a nie siarczanym. Przecież *siarczany* ładniej brzmi, niż *siarkawy*.

Ciocia. Zowią go bezwodnikiem siarkawym, gdyż pochłonięty przez wodę daje kwas siarkawy. Kwas zaś siarczany, zwany także siarkowym, ma swój własny bezwodnik, który zowiemy bezwodnikiem siarkowym.

Adaś. Jest to zatem inne ciało?

Ciocia. Zupełnie inne. Jest ono ciałem stałem, krystalicznem, gdy bezwodnik siarkawy jest dobrze wam znanym duszącym gazem, który idzie z płonącej siarki.

Staś. W takim razie prościej byłoby oblać bezwodnik siarkowy wodą, i byłby odrazu kwas siarczany.

Ciocia. Zapewne. Bezwodnik ten jest nawet strasznie chciwy wody. Chodzi tylko o to, jak zrobić to ciało?

Staś. Prawda, że przez palenie siarki otrzymuje się ten bezwodnik gazowy... Jakże go ciocia tam zowie? Siar, siar...

Adaś. Siarkawy.

Ewunia. Jeden siarkawy, a drugi siarkowy.

Ciocia. Siarkawy wychodzi z palącej się siarki, a siarkowy wiecież jak powstaje? Sami odpowiecie na to pytanie, skoro wam wytłomaczę,

jaka jest różnica między obu ciałami. Pamiętacie, że węgiel łączy się w dwojaki sposób z tlenem: raz wytwarza czad, czyli tlenek węgla, kiedyindziej bezwodnik węglowy, czyli dwutlenek węgla. Dwutlenek ma akuratnie dwa razy w sobie więcej tlenu od tlenku. Otóż siarka tworzy także dwa odrębne związki z tlenem: gaz, zwany bezwodnikiem siarkawym, lub dwutlenkiem siarki, i ciało stałe, zwane bezwodnikiem siarkowym, lub trójtlenkiem siarki. Dwutlenek węgla i dwutlenek siarki zawierają w sobie tę samą ilość tlenu, a akuratnie dwa razy tyle, co tlenek węgla, czyli czad. Trójtlenek siarki zaś zawiera trzy razy więcej tlenu od tlenku węgla. Stąd pochodzi nazwa dwu i trójtlenków. Okazuje się zatem, że bezwodnik siarkowy ma więcej tlenu od siarkawego. Jakże go tedy zrobić?

Adaś. Dym siarkawy zmieszać z tlenem, zmusić jakimś sposobem, aby się gazy połączyły i basta.

Ciocia. Doskonale! chodzi jedynie o to, jakiego użyć sposobu, bo bezwodnik siarkawy wcale nie łatwo połączyć z tlenem. Istnieją ciała, zwane *wzbudzającemi*, gdyż obecność ich wzbudza niejako powinowactwo między innemi ciałami i pomaga do ich połączenia. Takiem ciałem wzbudzającem jest gąbka platynowa, która wielce jest pomocną do łączenia się bezwodnika siarkawego z tlenem.

Staś. Gąbka platynowa! A to co znowu? Przypomniała mi się wątroba siarczana!

Ciocia. Nazwa ta wydaje się cudaczną, gdy się ją pierwszy raz słyszy. Nie jest ona wszakże pozbawiona pewnej racyi bytu. Platyna bowiem występuje z niektórych swoich związków, silnie ogrzewanych, w postaci masy gąbczastej, zwanej dlatego gąbką platynową. Gąbka owa ma własność pochłaniania wielu bardzo gazów, w czem przypomina zwykłą gąbkę, wypijającą ciecze. Gąbka platynowa chciwie wypija tlen z powietrza i wówczas staje się ciałem utleniającem. Jeśli więc gąbkę taką włożymy w rurę, którą będziemy ogrzewali, a przez rurę przeprowadzać będziemy mieszaninę dwutlenku siarki i tlenu, to wówczas gazy te połączą się ze sobą i wytworzą trójtlenek siarki, owo ciało stałe, krystaliczne, które oblane wodą zamienia się na kwas siarczany. Istnieje tu jedna jeszcze trudność do pokonania: jeżeli rurę będziemy ogrzewali za mało, to gazy będą się łączyły w bardzo małej ilości, jeżeli zaś ogrzewać będziemy za silnie, to trójtlenek siarki, który powstaje, będzie się rozpadał napowrót na dwutlenek siarki i tlen. Trudność polega na tem, aby ogrzewać do pewnej temperatury, ani za mało, ani za wiele. Wówczas dopiero tworzyć się będzie trójtlenek siarki w znacznej ilości. Otóż ciało to nie przedstawiało do niedawna żadnego prawie znaczenia praktycznego, gdyż nie umiano

go wytwarzać w znaczniejszej ilości z siarki i tlenu. Obecnie trudności przełamano, poznano dokładnie w jakich warunkach ono powstaje i zaczęto wyrabiać je fabrycznie na wielką skalę.

Adaś. Pocóż, proszę cioci, skoro jest bezpożyteczne?

Ciocia. Nie zapominajcie, że jest ono bezwodnikiem kwasu siarczanego i że wystarcza nalać na nie wody, aby zamienić je w ten wielce pożyteczny kwas. Ciało to zatem wysoką ma wartość, i dziś, gdy istnieje łatwy sposób jego wyrobu, przestaną zapewne wkrótce wyrabiać kwas siarczany w komorach ołowianych, gdyż wyrób ten jest dość kosztowny i mozolny. Pocóż więc pozostawać przy dawniejszym, trudnym sposobie, skoro bez komór ołowianych wyrabiają dziś bezwodnik siarkowy w wielkiej ilości, pakują w blaszane puszki i rozsyłają na wsze strony tam, gdzie go żądają i potrzebują.

Adaś. Teraz rozumiem. Bezwodnik siarkowy jest jakby kwasem siarczanym, bo wystarczy dodać doń wody...

Ciocia. W oznaczonej ilości, aby otrzymać kwas siarczany. Daleko zaś wygodniej jest rozsyłać w różne kraje i części świata ciało stałe w pudełkach, niż ciekły kwas w szklanych butlach. Wreszcie, jeśli chodzi, aby otrzymać nie bezwodnik, ale kwas, to łatwo przeprowadzić to fabrycznie. Nowy sposób zastąpi niedługo za-

pewne wyrabianie kwasu siarczanego w komorach ołowianych.

Staś. Pocóż jeszcze czekać! Skasować dawny sposób, a zaprowadzić nowy i basta!

Ciocia. Łatwo powiedzieć, ale nie łatwo, kochanku, wykonać. Wiele ulepszeń trzeba będzie zaprowadzić w fabrykach, zanim to nastąpi. Fabrykacya kwasu siarczanego w komorach ołowianych doskonaliła się blizko przez wiek cały, zanim doszła do dzisiejszego poziomu wyrobienia. Wyrób zaś kwasu siarczanego bez komór potrzebuje wiele jeszcze ulepszeń, zanim będzie mógł zastąpić dawny sposób i zanim okaże się tańszym, a zatem praktyczniejszym od dawnego.

Adaś. Kwas siarczany musi chyba być bardzo pożyteczny, proszę cioci, skoro tak się mozolą nad tem, aby go najłatwiej i najtaniej wyrabiać.

Staś. Nie wiem doprawdy, na co kwas taki może służyć?

Ciocia. Dlatego właśnie, że jest kwasem tak silnym i gryzącym, jest on pożyteczny. Wodór i bezwodnik węglowy wyrabiają się przy jego pomocy. Gdy chodzi o to, aby rozłożyć przeróżne związki, na które nie ma wpływu ani gorąco, ani inne sposoby, wówczas kwas siarczany wyświadcza znakomite usługi. To też liczne ma on zastosowania. Gdy chcemy rozpuścić metale, zwracamy się także do niego, gdyż niektóre, jak cynk choćby, znakomicie się

w nim rozpuszczają bez ogrzania. Wiecie już, że wówczas kwas siarczany wypuszcza ze siebie wodór, domyślić się zaś łatwo, skąd wodór się bierze w kwasie siarczanym.

Adaś. Zapewne z wody, która przyłączyła się do bezwodnika.

Ciocia. Nieinaczej. Kwas siarczany bowiem zawiera w sobie siarkę, tlen oraz wodór. Siarka pochodzi z bezwodnika, wodór z wody, tlen zaś i z bezwodnika i z wody. Czemże jest jednak rozpuszczanie się cynku w kwasie siarczanym?

Staś. Tem samem zapewne, co rozpuszczenie soli w wodzie.

Adaś. Jeśli wodę słoną będziemy ogrzewali, to woda wyparuje, a sól się zostanie, zupełnie taka sama, jaka była wprzódy. Nie wiem jednak, czy byłoby to samo z kwasem siarczanym i cynkiem?

Ciocia. Byłoby zupełnie inaczej. Sól bowiem nie łączy się z wodą, tylko w niej się rozpływa. Cynk zaś łączy się z kwasem siarczanym. Że się tu odbywa jakaś przemiana chemiczna, dowodzi nam wydobywanie się wodoru. Cynk po prostu wypędza wodór z kwasu i sam z nim się łączy,—zajmuje miejsce wodoru, a ten musi uciekać. Powstaje naturalnie nowy związek, będący kwasem siarczanym, w którym jest cynk zamiast wodoru,—czyli nie jest to już kwas siarczany, lecz siarczan cynku.

Ewunia. Czy jest on kwaśny, tak jak kwas siarczany?

Ciocia. Nie jest ani kwaśny, ani ługowy, stąd papierek lakmusowy czerwony lub niebieski w nim się nie zmieni. Jeśli więc rozpuścimy cynk w kwasie siarczanym, a potem ogrzejemy, aż wszystka ciecz się ulotni, to na dnie naczynia pozostanie nam siarczan cynku, który nie jest podobny ani do cynku, ani do kwasu siarczanego: są to białe kryształki, podobne pozornie do soli.

Staś. Więc w butelce, w której wydzielał się wodór, tworzyły się te kryształki? Nie było ich jednak widać.

Ciocia. Bo rozpuszczały się w wodzie, z którą kwas był zmieszany. Nietylko zresztą cynk, ale wiele metali rozpuszcza się w kwasie siarczanym rozcieńczonym, bez ogrzania; między innnemi żelazo bardzo dobrze rozpuszcza się w kwasie siarczanym.

Staś. I wodór się z kwasu wydobywa?

Ciocia. A jakże. Wodór wychodzi, a żelazo wchodzi w związek z kwasem siarczanym.

Adaś. Tworzy się zatem siarczan...

Ciocia. Żelaza, czyli związek kwasu siarczanego z żelazem. Powiem wam nawet, że ile razy metal jakiś rozpuszcza się w kwasie siarczanym, powstają nowe ciała, zwane siarczanami, które nie są ani kwaśne, ani ługowe.

Bardzo ważną własnością kwasu siarcza-

nego jest straszliwa jego chciwość wody. Skąd może, wyciąga on wodę i wchłania ją w siebie. Dlatego używają go nawet do osuszania mieszkań z wilgoci: rozstawiają go w małych lampeczkach otwartych, w miejscach naturalnie bezpiecznych, aby z powietrza wyciągał wilgoć. Gdy go mieszać z wodą, to rozgrzewa się tak, że trudno szklankę w ręku utrzymać. Mam go w tej oto flaszce. Przyjrzyjcie mu się.

Adaś. Bezbarwny, jak woda.

Ewunia Nie pachnie niczem.

Staś. Taki jakiś gęsty, jak olej rycynowy.

Ciocia. Przyniosłam wam trochę tego kwasu, aby zrobić kilka z nim doświadczeń. Ewunię poproszę o kawałeczek cukru.

Ewunia. Oto jest, proszę cioci. Czy to do osłodzenia kwasu?

Ciocia. Zobaczycie wnet, co się zrobi z cukrem, gdy osłodzić nim zechcę kwas siarczany.

Ciocia położyła cukier na spodek i nalała nań parę kropel kwasu siarczanego. Dzieci patrzyły z uwagą, co też robić się będzie z cukrem. Ze zdziwieniem spostrzegły, iż wkrótce cukier pożółkł, potem pociemniał, wreszcie zczerniał zupełnie, tak, że wyglądał, jak kawałek węgla.

Ciocia. Cukier się zwęglił.

Ewunia. Czy doprawdy jest to węgiel?

Ciocia. Nieinaczej. Cukier wydobywa się z buraków, a zatem z roślin, i przeto zawierać

w sobie musi węgiel. Prócz węgla, jest w nim jeszcze tlen i wodór. Otóż kwas siarczany jest tak bardzo chciwy wody, że zetknąwszy się z cukrem, wybiera z niego wszystek tlen i wodór, czyli pierwiastki, z których składa się woda, a zostawia sam węgiel. Daje to wam dobry przykład chciwości, z jaką kwas siarczany zagarnia wodę. Jest to zatem kwas strasznie mocny, gdyż gryzie, pali i zwęgla. Tak samo przepaliłby, zwęglił i zniszczył drzewo, papier, ubranie. Podobnie postąpiłby sobie z ciałem ludzkiem. Połknięty, sprawia straszliwe bóle, gdyż spala i zwęgla usta, przełyk, żołądek, co naturalnie wywołuje śmierć.

Ewunia. Ależ któżby chciał próbować podobnego kwasu?

Ciocia. Może się czasem kto omylić i myśląc, że to co innego, napić się kwasu siarczanego.

Staś. Gardłobym dał, że w tej flaszce jest olej rycynowy, a nie kwas siarczany. Wypiłbym go bez wahania.

Adaś. Muszą naturalnie istnieć jakieś sposoby rozpoznawania, czy to kwas siarczany, czy co innego.

Ciocia. Masz racyę. Najlepszym zaś sposobem...

Staś. Wiem! jest to papierek lakmusowy!

Ciocia. Wykaże ci on, że masz kwas, ale nie objaśni ci jaki. Istnieje jednak pewne ciało,

zwane chlorkiem baru, gdyż składa się z chloru, o którym wam wspominałam, i z metalu baru.

Ewunia. Proszek podobnej nazwy barwił nam kiedyś prześlicznie płomień na zielono.

Ciocia. Czy macie go choć odrobinę? Jest to to samo ciało, o którem mówię.

Staś z zadowoleniem wydostał ze swej szufladki małe pudełeczko, w którem znajdowała się szczypta białego proszku, podobnego na pozór do soli.

Staś. Zachowałem trochę chlorku baru, gdyż chciałem pokazać koleżkom ogień zielony. Skoro jednak trzeba, chętnie nim służę.

Ciocia. Wezmę ćwierć zaledwo tego, co posiadasz, a wystarczy mi zupełnie. Wsypuję go do epruwetki, nalewam nań wody, rozpuszczam, potrząsając epruwetką. Patrzcie, jak się doskonale rozpuścił w wodzie, tak jak sól: woda pozostała przejrzystą, jakby nic w niej nie było. A teraz, wpuszczam tu kroplę kwasu siarczanego.

Staś. Osad, osad, osad!

Ewunia. Biały.

Ciocia. Powstanie on zawsze, skoro kwas siarczany zetknie się z chlorkiem baru. Proszek ten służy więc do poznawania kwasu siarczanego, czyli, jak mówią chemicy: jest *odczynnikiem* kwasu siarczanego.

Adaś. Osad ten musi być zapewne jakiemś nowem ciałem.

Ciocia. Naturalnie. Powstaje ono z połączenia się kwasu siarczanego z metalem barem.

Staś. Jest to więc siarczan.

Ciocia. Doskonale. Jest to siarczan baru, który jest ciałem białem, stałem, nie rozpuszczającem się ani w wodzie, ani w kwasach, przeto wydziela się z cieczy w formie stałej.

Adaś. Skoro bar przyskoczy do kwasu siarczanego i z nim się złączy, to co się stanie z opuszczonym chlorem? Czy sobie wyfrunie?

Ciocia. Nie. Chlor połączy się z wodorem, który był w kwasie siarczanym. Chlor razem z wodorem wytworzy chlorowodór, czyli kwas solny, a ten pozostanie w cpruwetce razem z siarczanem barowym.

Adaś. Pi, pi, pi! Kwas siarczany służy tu jakby do zrobienia tego drugiego kwasu.

Ciocia. A tak, kwas siarczany służy do fabrykowania wielu innych kwasów, a między innymi kwasu azotowego.

Staś. Tego, co jest używany w fabrykach, kwasu siarczanego?

Ciocia. Nieinaczej.

Staś. A to zabawne! Obaj służą sobie wzajemnie.

Ciocia. Wiecie już o tem, że potaż żrący służy do otrzymywania wielu innych zasad. Kwas zaś siarczany tak samo się zachowuje

względem wielu kwasów. Jeśli saletrę oblejemy kwasem siarczanym i ogrzejemy, to wypuści ona ze siebie kwas azotowy. Saletra jest bowiem azotanem sodu. Kwas siarczany odbierze jej sod i sam zamieni się na siarczan sodu. W saletrze zaś utracony sod zostanie zastąpiony wodorem z kwasu siarczanego, wskutek czego azotan przemieni się w kwas azotowy, tak samo jak siarczan sodu przemieniłby się w kwas, gdyby sod zastąpić w nim wodorem.

Kwas azotowy odznacza się wielkim zasobem tlenu, podobnie jak saletra, z której powstał, i należy do ciał najsilniej utleniających, czyli ustępujących innym tlenu. Jest to ciecz bezbarwna, wypuszczająca ze siebie lekki dymek, czyli dymiąca, silnie kwaśna, czerwieniąca zatem mocno papierek lakmusowy niebieski, niszcząca materye, pochodzące z istot żywych. Skóra np. skropiona kwasem azotowym żółcieje, brunatnieje i pokrywa się pęcherzykami, jak po sparzeniu. Rozpuszcza on świetnie niektóre metale, np. miedź, przemieniając się wówczas na ciecz niebieską. Starano się naturalnie spożytkować do różnych celów łatwość, z jaką kwas ten rozpuszcza miedź, bo nawet bardzo rozcieńczony wodą kwas azotowy miedź rozpuszcza. Na mocy tej własności rytują na miedzi. Postępują tak, że blachę miedzianą pięknie wypolerowaną pokrywają warstwą lakieru albo wosku, gdyż na to ciało kwas azotowy nie działa. Po-

tem, za pomocą rylca rysują po wosku w taki sposób, aby rylcem sięgnąć aż do miedzi. Gdy rysunek wykończony, wówczas oblewają go rozcieńczonym kwasem azotowym, który wgryza się w najdrobniejsze szczeliny i rozpuszcza miedź, będącą na ich dnie. Widzicie więc, że postępują podobnie, jak z rytowaniem na szkle. Gdy już dość długo trwa nagryzanie kwasem azotowym, wówczas kwas zlewamy, obmywamy blachę wodą i odejmujemy z niej wosk. Gdy ją dokładnie oczyścimy, wówczas ujrzymy na niej ten sam rysunek, który był zrobiony na wosku. Zmieszany z kwasem solnym kwas azotowy stanowi wodę królewską, zwaną tak dlatego, że rozpuszcza metale królewskie czyli szlachetne, takie jak złoto, platynę, których ani kwas siarczany, ani azotowy, ani solny same nie rozpuszczają. Kwas siarczany służy także do otrzymywania kwasu fosforowego.

Staś. Jakto, proszę cioci, kiedy kwas fosforowy powstać może ze swego bezwodnika.

Ciocia. Masz słuszność, bezwodnik fosforowy, powstający ze spalenia fosforu, jest ciałem białem, puszystem, a tak niezmiernie chciwem wody, że pogrążony w nią syczy, jak rozgrzane do czerwoności żelazo. Byłoby jednak zbyt kosztownie robić kwas fosforowy w taki sposób, gdyż fosfor użyty do spalenia jest drogi. To też zwracają się do fosforanów, które są tanie i pospolite w przyrodzie, a które oblane

kwasem siarczanym wypuszczają ze siebie kwas fosforowy. Wreszcie kwas siarczany może być użyty do otrzymania kwasu krzemowego, czyli *krzemionki wodnej.*

Staś. Słyszeliśmy już o krzemionce bezwodnej—a teraz znów powiada ciocia o jakiejś wodnej krzemionce!

Ciocia. Krzemionka bezwodna, czyli dwutlenek krzemu, stanowi bezwodnik; gdybyśmy mogli jakimś sposobem połączyć go z wodą, to otrzymalibyśmy kwas, zwany przeto krzemionką wodną. Jeśli pamiętacie, co wam mówiłam o szkle wodnem...

Staś. Och! Doskonale! Można je zrobić, przetapiając piasek z sodą.

Ciocia. Nieinaczej. Szkło to jest krzemianem sodu. We flaszce tej mam je właśnie rozpuszczone w wodzie. Ciecz tę przejrzystą, jak wodę, wlewam do szklanki. A teraz patrzcie! Wpuszczę w nią parę kropel rozcieńczonego kwasu siarczanego.

Ewunia. W szklance zrobiła się galaretka!

Staś. A prawda! Galaretka z krzemionki!

Ciocia. Raczej krzemionka galaretowata, czyli kwas krzemowy. Mieliśmy krzemian sodu, a dodaliśmy kwasu siarczanego. Ten odebrał krzemianowi sod, zamieniając się na siarczan sodowy, w krzemianie zaś miejsce sodu zastąpił wodór z kwasu siarczanego, wskutek czego krzemian przemienił się na kwas krzemowy. Jeśli

zostawimy w szklance tę masę lepką, klejowatą, miękką, bezbarwną, to stwardnieje ona, jak kamień. A jeśli grzać ją będziemy, to woda z niej wyparuje tak, że stanie się ciałem suchem, sypkiem, bezwodnem, czyli po prostu piaskiem.

Adaś. Albo krzemionką bezwodną. Naturalnie! Gdyby tak umiejętnie piasek połączyć z wodą, to zrobilibyśmy sobie krzemionkę wodną, jeśli zaś tę ostatnią będziemy wysuszali i pozbawimy wody, to napowrót zamieni się na piasek.

Ciocia. Nieinaczej. Krzemionka wodna nie rozpuszcza się w wodzie czystej — ale woda, która pochłonęła bezwodnik węglowy, rozpuszcza krzemionkę, tak, że w każdej prawie wodzie jest krzemionka rozpuszczona w mniejszej lub większej ilości. Istnieją drobne istotki, żyjące w wodzie, które wysysają tę krzemionkę i budują z niej drobne skorupki, w których żyją. Są to zwierzątka, zwane *promieniowcami*, żyjące w wodzie morskiej, i w wodach słodkich żyjące drobne roślinki, zwane *okrzemkami*. Trupy tych malutkich, gdyż gołem okiem niedojrzanych istotek gromadzą się na dnie wód i tworzą z czasem warstwy krzemionki.

Ewunia. Jakim sposobem tak drobne istoty tworzyć mogą całe warstwy?

Ciocia. Jest ich niezmierna ilość. To stanowi ich potęgę. Woda wreszcie osadza w różnych miejscach krzemionkę, tak samo jak osa-

dza wapniowce, i przyczynia się tym sposobem do wędrówki węgla i krzemu po całym świecie. Na wyspie Islandyi, leżącej na północo-zachód Europy, tryskają źródła wody gorącej, zwane *gejzerami*. Zawierają one wiele krzemionki wodnej, która powoli się osadza i krzepnie. Znacie wy opale?

Ewunia. Te śliczne kamienie, które się lśnią jak perły i połyskują kolorami tęczowymi?

Ciocia. Są one po prostu krzemionką wodną zakrzepłą, stwardniałą. Tworzą się one i dzisiaj nawet w wodach gejzerów Islandzkich i w innych krajach. Na Węgrzech kopią ich najwięcej.

Staś. Przynajmniej jeden kwas krzemowy przyroda sama sobie wyrabia,—a wszystkie inne są zapewne wymysłem ludzkim.

Ciocia. Jest jeszcze kwas borowy, będący dziełem przyrody. Powstaje on w źródłach gorącej pary wodnej, zwanych *sufionami*, obfitych w wulkanicznej Toskanii, w północnych Włoszech. Kwas ten dobrze jest wam zapewne znany, gdyż jest bardzo pospolitym środkiem lekarskim, stosowanym w każdym prawie domu...

Adaś. Dlaczego, proszę cioci, zowią go borowym? Wszak inne kwasy noszą nazwy od pierwiastków, które zawierają, np. kwas azotowy zawiera azot, siarczany—siarkę, fosforowy—fosfor, krzemowy zawiera krzem.

Ciocia. A borowy zawiera w sobie pierwiastek, zwany *borem*, który sam przez się nie

przedstawia donioślejszego znaczenia. Ważnymi za to są niektóre jego związki, takie jak kwas borowy.

Ewunia. Te białe blaszki krystaliczne, lśniące, o połysku perłowym...

Staś. Któremi mama każe nam czasem płukać gardło.

Adaś. Uważałem, że łatwiej rozpuszcza się w wodzie ciepłej niż zimnej.

Staś. A papierek lakmusowy niebieski różowi bardzo słabo.

Ciocia. Co dowodzi, że jest słabym kwasem.

Ewunia. Naturalnie! Płukałam nim gardło, brałam nieraz w usta, i nic mię nie bolało.

Staś. Nie wiem jednak, dlaczego mama nam każe przemywać to oczy, to gardło tym kwasem.

Ciocia. Bo kwas ten niszczy różne szkodliwe zarazki, których moc wielka istnieje w powietrzu i we wszystkich przedmiotach. Zarazków tych nie widzimy, gdyż są tak drobne, że tylko przez szkła powiększające dojrzeć je można. Kwas borowy je zabija.

— „Ale, ale, jakże to już późno!—wykrzyknęła ciocia, spojrzawszy na zegarek.—Przetrzymałam was dziś, drogie dzieci."

Adaś. Słuchalibyśmy jeszcze z przyjemnością.

Ciocia. Dość macie na dziś. Poznaliście

różne kwasy,—rozmyślajcie o nich—aby tylko nie wywiązały się między wami jakie nieporozumienia, czyli, jak mówią, kwasy.

Staś. Mówią tak zapewne dlatego, że nieporozumienia gryzą, jak prawdziwe kwasy.

Adaś. Ja się tam nie boję nieporozumień! Gorszym nieprzyjacielem byłby kwas siarczany.

Ewunia. Ja zaś nie mam sympatyi ani do tych, ani do tamtych kwasów.

Ciocia. To też opowiem wam w przyszły czwartek o nowych ciałach, które nie są wcale kwaśne, nie parzą, nie gryzą i są łagodne.

WIECZÓR TRZYNASTY.

Sole i ich skład. Wodór w kwasach. Metale w solach. Kryształy. Roztwory. Hodowanie kryształów. Woda krystalizacyi. Mieszaniny oziębiające.

— „Co za szczęście! — wołał Staś — ciocia przyniosła dziś różne jakieś paczki: będą pewno doświadczenia".

Ewunia. Chciałabym już wiedzieć, co to za ciała łagodne, o których nam ciocia wspominała. Dotychczas poznaliśmy same rzeczy okropne: ługi rżące, kwasy parzące!

Staś. Co też ty mówisz, Ewuniu! Zdaje mi się, na mój gust, że ciała żrące i palące są ciekawsze od jakichś tam łagodnych, co nie mają nic w sobie wybitnego. Przyznam się, proszę cioci, że z góry mam więcej sympatyi do kwasów, niż do tych ciał, o których dziś ciocia mówić nam obiecała.

Ciocia. Nie można, moje dziecko, nigdy z góry wyrokować o czemś, czego się nie zna. Ludzie nauki nie czynią tak nigdy: wpierw zapoznać się muszą dokładnie z tym lub tamtym przedmiotem, a potem dopiero wygłaszają o nim zdanie.

Adaś. Jużeś się raz, Stasiu, przekonał, że tak czynić nie należy. Pamiętasz? nie chciałeś słuchać o świecy, mówiąc, że to pewno nudy.

Ewunia. A teraz przekonasz się znowu, że nie masz racyi.

Ciocia. Dowiemy się niebawem, czy tak jest istotnie. Nie sądź jednak, Stasiu, że nie będąc ani kwaśne, ani ługowe, ciała, o których dziś mówić wam będę, są pozbawione smaku. Owszem, mają one smak najczęściej wybitny, są słone, a słoność ta jest często wielce nieprzyjemną, przechodzącą w gorycz. Z powodu tego wybitnego smaku słonego, przypominającego smak soli kuchennej, ciała te zowią *solami.* Do nich właśnie zaliczamy siarczany, węglany, azotany, fosforany, krzemiany, a także zwykłą sól kuchenną.

Adaś. W takim razie siarczan cynku jest solą, a węglan wapnia także solą, krzemian sodu również solą, podobnie jak saletra czyli azotan sodu. Dlaczego, ciociu, nazywają te ciała solami, kiedy zwykłą sól nazywamy także solą. Wywołuje to zamieszanie.

Ciocia. Nazwa soli jest tak ogólną, jak

nazwa kwasu, wodzianu, bezwodnika, tlenku. Soli jest moc wielka i to bardzo rozmaitych, ale najpospolitszą, najlepiej wszystkim znaną i jedyną używaną jako przyprawa do jadła jest sól, zwana, z powodu zastosowania do kuchni, solą kuchenną. W języku chemicznym zowią ją chlorkiem sodu, gdyż składa się z chloru i sodu. Sól ta zatem nie zawiera tlenu w sobie.

Adaś. Zauważyłem, proszę cioci, że jest pewien kwas pozbawiony tlenu. Wspominała o nim ciocia, alem nie zapamiętał, jak się zowie.

Ciocia. Wspominałam o chlorowodorze, czyli kwasie solnym. Jest nawet jeszcze drugi kwas bez tlenu, zwany siarkowodorem. Podobnie istnieją sole bez tlenu, choćby zwykła sól. My jednak zajmiemy się tu solami, zawierającemi tlen.

Staś. Proszę cioci, jeśli są kwasy bez tlenu, to może są kwasy bez wodoru.

Ciocia. Nigdy, kochanku. Wodór jest niezbędny w kwasie i niemasz kwasu bez niego. Bez tlenu może się kwas obyć, bez wodoru zaś nigdy.

Kwas solny, czyli chlorowodór, składa się z chloru i wodoru,
Kwas, zwany siarkowodorem, „ „ z siarki i wodoru,
Kwas siarczany składa się z siarki, tlenu i wodoru,
Kwas azotowy „ „ z azotu, tlenu i wodoru,
Kwas fosforowy „ „ z fosforu, tlenu i wodoru,
Kwas borowy „ „ z boru, tlenu i wodoru,
Kwas węglowy „ „ z węgla, tlenu i wodoru,
Kwas krzemowy „ „ z krzemu, tlenu i wodoru.

Widzicie więc, że we wszystkich bez wyjątku kwasach jest wodór. Zastąpmy wodór metalem, a z kwasu zrobi się sól—przeistoczy się on w ciało stałe, krystaliczne, niekwaśne. Takie bowiem ogólne cechy mają sole. Tym sposobem z kwasu siarczanego zrobić można siarczan (sól), z kwasu azotowego—azotan (sól), z fosforowego—sól, zwaną fosforanem, z krzemowego—sól, zwaną krzemianem, z węglowego—sól, zwaną węglanem, z borowego—sól, zwaną boranem.

Składa się zatem:

Każdy siarczan	z siarki, tlenu i jakiegoś metalu,
Każdy azotan	z azotu, tlenu i metalu,
Każdy fosforan	z fosforu, tlenu i metalu,
Każdy boran	z boru, tlenu i metalu,
Każdy węglan	z węgla, tlenu i metalu,
Każdy krzemian	z krzemu, tlenu i metalu.

Łatwo więc zrozumieć, że z kwasu nietrudno zrobić sól, a z soli kwas.

Adaś. Ależ naturalnie! Należy rozpuścić tylko w kwasie jakiś metal, np. cynk, żelazo, miedź—to wodór ucieknie, metal go zastąpi i zrobi się sól.

Ciocia. Doskonale! Z soli zaś jakby to kwas uczynić?

Staś. Wypędzić metal, zastąpić go wodorem i będzie kwas!

Ciocia. Tak jest, ale jakim sposobem metal z soli wypędzić? Pomyślcie!

Adaś. Z saletry, oblanej kwasem siarcza-

nym, wydobywa się kwas azotowy. Z fosforanów, oblanych kwasem siarczanym, otrzymują kwas fosforowy. Ze szkła wodnego, po dolaniu kwasu siarczanego, występuje krzemionka wodna.

Staś. A prawda! Jeszcze z chlorku baru, po dodaniu kwasu siarczanego, robi się kwas solny.

Ciocia. Daliście mi tu garstkę doskonałych przykładów. Trzeba jednak znaleźć łączność między nimi. Zastanowiwszy się, widzimy, że we wszystkich przypadkach mamy sole i że...

Adaś. Oblewamy je kwasem siarczanym.

Ciocia. Używamy go, bo jest silniejszy od innych kwasów i z powodu tej mocy rozkłada wszystkie prawie sole. Zabiera im metal, sam zamienia się na siarczan, z soli zaś tworzy się kwas, gdyż na miejsce jej metalu przyskakuje wodór, ten wodór, który połączony był początkowo z kwasem siarczanym.

Jeśli zatem zmieszamy azotan sodu (zawiera azot, tlen i sod) z kwasem siarczanym (zawiera siarkę, tlen i wodór), to wytworzy się kwas azotowy (zawiera azot, tlen i wodór) i siarczan sodu (zawiera siarkę, tlen i sod). Podobnie fosforan wapnia (fosfor, tlen i wapń) i kwas siarczany (siarka, tlen i wodór) dadzą kwas fosforowy (fosfor, tlen i wodór) i siarczan wapnia (siarka, tlen i wapń). Na tem łatwem zastępowaniu się metali i wodoru opierali się niektórzy, zaliczając wodór do metali.

Staś. Przypomniała mi się zamiana dam w kontredansie, o której ciocia opowiadała i z której tworzył się potaż żrący.

Ciocia. Tu zaś z kontredansa tego powstają kwasy i sole.

— Przyniosłam wam dziś próbki różnych soli, abyście z blizka przyjrzeć się mogli ważnym tym ciałom.

Mówiąc to, ciocia wydostała przeróżne śliczne kamyczki i poukładała je na stole.

— Te duże kryształy niebieskie — mówiła dalej ciocia — są *koperwasem miedzianym*, czyli siarczanem miedzi, — te zielone są *koperwasem żelaznym*, czyli siarczanem żelaza,—białe są *solą glauberską*, czyli siarczanem sodu. Ten zaś minerał łupiący się, szary i połyskujący jest *gipsem*, czyli siarczanem wapnia, wreszcie prześlicznie te wykrojone kryształy są *ałunem*.

Ewunia. Chyba ałunów jest kilka gatunków, bo widzę tu jeden kryształ przejrzysty jak woda, drugi zaś tego samego kształtu jest fijoletowy, a trzeci ciemno-czerwony.

Ciocia. Tak jest. Ałuny są także siarczanami, ale siarczanami złożonymi, gdyż zawierają w sobie po dwa metale, z których jeden jest zawsze glinem. Ałun bezbarwny zawiera glin i potas, fijoletowy zawiera glin i żelazo, czerwony zaś—glin i metal chrom.

Staś. Jakież one śliczne te kryształy! Mój Boże, żebym się też kiedy nauczył kryształy ta-

kie robić! Ech! pewno powiedziałem głupstwo, bo któżby mógł zrobić takie kryształy. Z pewnością znajdują się one już tak wyrzeźbione w głębi ziemi, a ludzie je wykopują.

Adaś. Cóż znowu! Pomyśl tylko, Stasiu, że ludzie robią sztuczne dyamenty i rubiny! Nie potrafiliby więc zrobić kryształu ałunu? Czyż to być może?

Ciocia. Kryształy, które tu leżą na stole, są prawie wszystkie sztuczne. Wcale nawet nie trudno je zrobić i mam nadzieję, że Staś wkrótce będzie hodował prześliczne kryształy.

Staś. Co też ciocia mówi!

Ewunia. Jakoś wcale nie wyglądasz na znudzonego, mój Stasiu.

Staś. Czyż mogłem przewidzieć coś podobnego! Czyż mogłem przypuścić, że się nauczę robić kryształy!

Ciocia. Mam tu szafirowy proszek, który jest koperwasem miedzianym. Jakim sposobem przemienić go w piękne, duże kryształy? Ciało stałe nie może zmienić swego kształtu, to też rozpuszczę ten proszek w drobnej ilości wody. Patrzcie, jak będę robiła, uważajcie, abyście sami potem powtórzyć to mogli. Biorę spodek porcelanowy, sypię nań trochę tego proszku niebieskiego, zawierającego miedź, i nalewam nań ciepłej wody. Mieszam drewienkiem, aby prędzej się proszek rozpuścił.

Staś. Już się rozpuścił, tylko woda zrobiła się niebieską.

Ciocia. Wsypuję znów trochę proszku i mieszam, póki mi nie zniknie w tej niebieskiej wodzie.

Ewunia. Znowuż się rozpuścił, nic nie zostawiając po sobie.

Adaś. Tylko woda stała się jeszcze bardziej niebieską.

Ciocia. Woda ta stanowi *roztwór* koperwasu miedzianego. Roztworem bowiem zowiemy ciecz, otrzymaną po rozpuszczeniu w niej jakiegoś ciała. Roztwór ten pozostawię na spodku, w miejscu zacisznem a ciepłem, aż do przyszłego czwartku. Możecie zajrzeć doń nawet jutro, gdyż pewna jestem, że do tego czasu część wody odparuje, a koperwas zetnie się w piękne kryształy szafirowe. Wspominałam wam już o tem, że kryształy potrzebują, aby się utworzyć, pewnego spokoju, wówczas bowiem tylko cząsteczki ciała stałego rozpuszczonego będą mogły się ułożyć symetrycznie, według pewnego wzoru.

Staś. Moja droga ciociu, proszę dać pod moją opiekę spodek z roztworem. Już ja go dopilnuję. Jutro wstanę raniutko, aby zobaczyć, co się z nim dzieje.

Ciocia. I owszem, zaopiekuj się kryształami. Często się zdarza, że nie trzeba czekać tak długo na powstawanie kryształów; wystarczy roztwór ochłodzić, aby ściął się w postać masy

krystalicznej. Dzieje się tak dlatego, że pewna ilość wody nie może rozpuszczać w sobie bez końca tej samej soli. Przychodzi kres, gdy woda nasyci się solą i więcej jej nie chce rozpuścić. Gdybyśmy do takiego *roztworu nasyconego* dodali znów tej samej soli, to opadłaby na dno, pozostałaby nierozpuszczoną. Jest jednak jeszcze jedna okoliczność, na którą baczyć trzeba. Jest to ciepło. Roztwór, nasycony w zwykłej temperaturze pokojowej, przestaje być nasycony jeśli go ogrzejemy, a wtedy rozpuścić w nim możemy nową porcyę soli. Na gorąco bowiem woda więcej rozpuszcza w sobie soli, niż na zimno. To też roztwór, który nie chciał już więcej rozpuszczać soli, będzie ją rozpuszczał chętnie, jeśli go zagrzejemy. Pokażę wam tu zaraz jedno doświadczenie, które was o tem przekona. Jest to doświadczenie z saletrą.

Ciocia otworzyła słoik, w którym znajdowało się ciało w postaci igieł bezbarwnych, jak lód. Była to saletra potasowa, czyli azotan potasu. Ciocia wrzuciła jej nieco do kolbki szklanej, w której znajdowała się już niewielka ilość wody. Po parokrotnem wstrząśnięciu, saletra rozpuściła się bez reszty. Wówczas ciocia zaczęła sypać jej po trochu, kłócąc i wstrząsając kolbką, aż dopóki woda saletry rozpuszczać już nie chciała.

Ciocia. Roztwór saletry jest już nasycony, gdyż na dnie pozostaje odrobina saletry, której

woda już nie może rozpuścić. Zobaczycie jednak, że odrobina ta wnet się rozpuści, jeśli wodę ogrzeję.

I rzeczywiście tak się stało. Za lekkiem ogrzaniem kolbki, saletra rozpuściła się w niej zupełnie. Ciocia wrzuciła znów szczyptę saletry do roztworu, a ta zginęła również bez reszty. Ciocia dorzucała po trochu saletry, aż roztwór nie mógł już więcej rozpuścić, a resztka jej została na dnie naczynia. Wówczas ciocia ogrzała kolbkę silniej niż przedtem, a saletra wnet się rozpuściła. Ciocia powtórzyła to kilka razy, grzejąc kolbkę coraz silniej, aż roztwór był bliskim wrzenia.

Ewunia. Szkoda, proszę cioci, marnować tyle saletry. Już my dobrze rozumiemy, co to roztwory nasycone.

Ciocia. Sądzisz, Ewuniu, że się saletra zmarnuje? Bynajmniej! Nie stracę jej ani odrobiny. Wystarczy mi bowiem roztwór oziębić nieco, aby saletra wykrystalizowała się z niego, to jest aby ścięła się w kryształy. W tym celu przelewam go na spodek.

Staś. Oto już się coś tworzy w tym roztworze. Proszę patrzeć! Roztwór mętnieje.

Ewunia. Pływają w nim jakby białe kłaczki.

Adaś. Na brzegach roztwór zakrzepł.

Staś. Proszę cioci, proszę cioci! Już saletra wychodzi z roztworu, już wypełnia cały spodek.

Ciocia. Prawda. Saletra ścięła się w jedną masę krystaliczną.

Adaś. Bo woda chłodniejsza nie może zawierać w rozpuszczeniu tyle saletry, co gorąca. Rozumiem teraz, że nadmiar saletry musi wyjść z roztworu, czyli zamienić się na ciało stałe, jeśli roztwór oziębimy.

Ciocia. Doskonale! Czasem zdarza się jednak, że choć roztwór nasycony oziębimy, to nie wytworzą się w nim kryształy. Dzieje się to zwykle w ciszy, kiedy nic nie zakłóca spokoju, w jakim pozostaje roztwór. Roztwór taki zowiemy *przesyconym*, gdyż zawiera zbytek ciała stałego. W taki np. sposób zachowuje się często roztwór soli glauberskiej, czyli siarczanu sodu. Przekonacie się o tem natychmiast.

Rys. 53. Przesycony roztwór soli glauberskiej.

Ciocia wsypała 100 łutów soli glauberskiej do kolbki, wlała na nią 50 łutów wody letniej. Sól rozpuściła się zupełnie Wówczas przykryto kolbkę bibułą i ostrożnie odstawiono na stronę, bez żadnego wstrząśnięcia.

Ciocia. Choć się oziębi, roztwór ten nie

wydzieli zapewne kryształów. Sól glauberska pozostaje często czas dłuższy w stanie przesycenia. Wystarczy jednak wstrząsnąć roztworem, zamieszać prętem szklanym, lub wpuścić doń drobny kryształek tejże soli, aby natychmiast się ścięła, jak lód. Wybierajcie, jaki sposób wolicie?

Ewunia i *Staś*. Wpuścić kryształek. To najzabawniejsze!

Rys. 54. Kolbka wypełniła się kryształkami soli glauberskiej.

Ciocia wzięła drobny kawałeczek soli glauberskiej i wpuściła do roztworu. Wnet dokoła niego ciecz zaczęła krzepnąć i wkrótce kolbka wypełniła się kryształami przejrzystymi i bezbarwnymi, jak lód.

Adaś. Jest to bardzo ładne doświadczenie, ale nie rozumiem wcale, dlaczego się tak dzieje. Czemu ten mały kryształek wywołał natychmiastowe ścięcie się całego roztworu?

Ciocia. Roztwór ten był przesycony i tylko w wielkiej ciszy i spokoju mógł pozostawać w podobnym stanie równowagi niestałej. Lada bodziec może wyprowadzić go z tego stanu, a wówczas przybiera on postać sobie właściwą, t. j.

ścina się w kryształy. Mam nadzieję, że powtórzycie sami to doświadczenie, dlatego też przyniosłam wam zapas soli glauberskiej.

Staś. Jaka też ciocia dobra! Dziękujemy stokrotnie za pamięć. Oho! już zaraz dziś wieczorem będę robił roztwory przesycone!

Ciocia. Nie dość na tem, przyniosłam wam jeszcze ałunów w proszku: bezbarwnego, czerwonego i fijoletowego. Rozpuścicie osobno każdy proszek w gorącej wodzie i sypać go będziecie, dopóki go woda będzie rozpuszczała. Skoro nie będzie już chciała rozpuszczać, a odrobina proszku opadnie na dno nierozpuszczona, wówczas odstawicie szklanki w miejsce spokojne, aby roztwory ostygły. Po oziębieniu się roztworu nasyconego, ałuny przyjmą bardzo piękną postać kryształów. Będą to ośmiościany, jedne bezbarwne jak lód, drugie czerwone, trzecie fijoletowe. Dla Ewuni zaś przyniosłam specyalnie funt ałunu potasowego. Rozpuścisz go w kwarcie wrzącej wody i zanurzysz w roztwór jakiś mały koszyczek, który sama możesz sobie zrobić z drutu, pomnąc, aby następnie drut szczelnie owinąć nitką wełnianą. Niech sobie poleży w roztworze dobę całą. Poczem wyjmiesz go: cały koszyczek będzie pokryty pięknymi kryształami, niby dyamentami!

Ewunia. Dziękuję serdecznie, cioci! Ot dopiero będę miała zabawę i śliczny koszyczek!

gryzącego, aby się [illegible]. Sole są suche, bo się nie przedstawiają wilgotnego? Czyżeś to powiedział, Stasiu?"

Staś. Cofam teraz swe zdanie. Ale ty, [illegible], niepotrzebnie ze mnie się wyśmiewasz.

Ciocia. Bardzo pięknie z twej strony, Stasiu, że tak otwarcie przyznajesz się, żeś nie wiedział racyi i nie wstydzisz się tego. Bardzo ci się to chwali. Czy dzieci jednak wiedzą, że w bardzo wielu kryształach jest zamknięta woda?

Staś. Może siedzi ona wewnątrz kryształów?

[illegible]. A gdy kryształ rozetnę, to z niego wycieka.

Adaś. Co też wy mówicie! Pewny jestem, że woda musi być jakoś połączona z solą, a nie ukryta w środku kryształu.

Ciocia. Naturalnie. Ałuny, koperwasy, tworząc się w kryształy, łączą się w pewien sposób z wodą, i to z oznaczoną ilością wody, którą zowią *wodą krystalizacyi*. Jeśli silnie ogrzejemy niebieski kryształ koperwasu, to woda z niego się ulotni, a kryształ zbieleje i rozsypie się na proszek.

Adaś. W takim razie przestaje być koperwasem miedzianym.

Ciocia. Bynajmniej. Koperwas pozostaje tem, czem był wprzódy, to jest siarczanem miedzi, — ponieważ jednak odjęto mu wodę, której

koniecznie potrzebuje do wytworzenia kryształów, przeto rozsypał się na proszek. Wlej jednak kroplę wody na zbielały koperwas, a wnet ci zbłękitnieje. Ałun bezbarwny, pozbawiony wody przez gorąco, zwiększa swą objętość, rośnie i zamienia się na masę porowatą i lekką. Bardzo wiele soli, tracąc wodę krystalizacyi, zmienia barwę. I tak, sole metalu kobaltu są czerwone z wodą krystalizacyi, a bez niej szafirowe. Sole metalu niklu są zielone z wodą krystalizacyi, a bez niej żółte. Dość ciekawie zachowuje się także pod wpływem gorąca gips, czyli siarczan wapnia. Zawiera on w sobie wodę krystalizacyi, jest szary, połyskujący, łupiący się.

Staś. Przecież gips jest biały, jak mleko.

Ewunia. A tak, popiersie Mickiewicza, które mi mamusia podarowała na imieniny, jest gipsowe, a białe jest, jak stearyna.

Ciocia. Po wypaleniu, wówczas, gdy straci wodę krystalizacyi, gips staje się białym proszkiem. Po prostu się rozsypuje.

Mówiąc to, ciocia wzięła kawałek gipsu naturalnego, a więc szarego, i zaczęła ogrzewać brzeg jego nad lampką spirytusową. Gips po chwili zbielał na brzegu i łatwo dał się rozkruszyć na biały proszek.

— „Jeśli proszek ten zmieszamy z wodą na ciasto—mówiła ciocia—to ciasto rośnie a potem twardnieje, jak kamień. Łatwo teraz zrozumieć,

gryzącego, aby cię zajęło. Sole są nudne, bo nic nie przedstawiają wybitnego! Cóżeś to powiedział, Stasiu?“

Staś. Cofam teraz swe zdanie. Ale ty, Ewuniu, niepotrzebnie ze mnie się wyśmiewasz.

Ciocia. Bardzo pięknie z twej strony, Stasiu, że tak otwarcie przyznajesz się, iż nie miałeś racyi i nie wstydzisz się tego. Bardzo ci się to chwali. Czy dacie jednak wiarę, że w bardzo wielu kryształach jest uwięziona woda?

Staś. Może siedzi ona wewnątrz kryształów?

Ewunia. A gdy kryształ rozciąć, to z niego wycieka.

Adaś. Co też wy mówicie? Pewny jestem, że woda musi być jakoś połączona z solą, a nie ukryta w środku kryształu.

Ciocia. Naturalnie. Ałuny, koperwasy, ścinając się w kryształy, łączą się w pewien sposób z wodą, i to z oznaczoną ilością wody, którą zowią *wodą krystalizacyi.* Jeśli silnie ogrzejemy niebieski kryształ koperwasu, to woda z niego się ulotni, a kryształ zbieleje i rozsypie się na proszek.

Adaś. W takim razie przestaje być koperwasem miedzianym.

Ciocia. Bynajmniej. Koperwas pozostaje tem, czem był wprzódy, to jest siarczanem miedzi, — ponieważ jednak odjęto mu wodę, której

koniecznie potrzebuje do wytworzenia kryształów, przeto rozsypał się na proszek. Wlej jednak kroplę wody na zbielały koperwas, a wnet ci zbłękitnieje. Ałun bezbarwny, pozbawiony wody przez gorąco, zwiększa swą objętość, rośnie i zamienia się na masę porowatą i lekką. Bardzo wiele soli, tracąc wodę krystalizacyi, zmienia barwę. I tak, sole metalu kobaltu są czerwone z wodą krystalizacyi, a bez niej szafirowe. Sole metalu niklu są zielone z wodą krystalizacyi, a bez niej żółte. Dość ciekawie zachowuje się także pod wpływem gorąca gips, czyli siarczan wapnia. Zawiera on w sobie wodę krystalizacyi, jest szary, połyskujący, łupiący się.

Staś. Przecież gips jest biały, jak mleko.

Ewunia. A tak, popiersie Mickiewicza, które mi mamusia podarowała na imieniny, jest gipsowe, a białe jest, jak stearyna.

Ciocia. Po wypaleniu, wówczas, gdy straci wodę krystalizacyi, gips staje się białym proszkiem. Po prostu się rozsypuje.

Mówiąc to, ciocia wzięła kawałek gipsu naturalnego, a więc szarego, i zaczęła ogrzewać brzeg jego nad lampką spirytusową. Gips po chwili zbielał na brzegu i łatwo dał się rozkruszyć na biały proszek.

— „Jeśli proszek ten zmieszamy z wodą na ciasto—mówiła ciocia—to ciasto rośnie a potem twardnieje, jak kamień. Łatwo teraz zrozumieć,

jak się robią odlewy gipsowe. Mają formy metalowe rozkładane, które napełniają tylko co przyrządzonem ciastem gipsowem; w formie tej rośnie ono i przez to wgłębia się we wszystkie szczelinki, szparki, wyżłobienia, znajdujące się w formie,—wypełnia ją szczelnie, poczem twardnieje. Wtedy zdejmują formę. Po zdjęciu jej, pozostaje się odlew gipsowy. Twój Mickiewicz, moja Ewuniu, tym właśnie sposobem został wyrobiony.

Staś. Już ja sobie spróbuję coś odlać! Za formę posłuży mi pudełeczko, a na dno wpuszczę medalik. Napełnię ciastem gipsowem, zamknę i zaczekam, aż medalik odciśnie mi się na gipsie.

Ciocia. Dodam wam, że niektóre sole pochłaniają chciwie wilgoć z powietrza i wprost rozpływają się, wypiwszy znaczną ilość wody. Takim jest np. chlorek bielący, używany często do prania bielizny, gdyż prędko wygryza brud. Inne znów sole, leżąc na powietrzu, tracą wodę, którą zawierają w sobie, bieleją i rozsypują się, jak mąka. Taką jest soda używana także do prania, a będąca węglanem sodu.

Ewunia. Już ja to uważałam, proszę cioci. Chlorek gdy poleży, to zrobi się z niego masa wilgotna, a soda zmącznieje, jakby ją kto mąką posypał.

Ciocia. Niektóre znów sole, zmieszane z wodą, tak się oziębiają, takie się robi zimno, że

wprost mróz, dochodzący do kilku lub kilkunastu stopni. Istnieje np. pewien rodzaj azotanu, zwany azotanem amonowym, podobny z wielu względów do zwykłej saletry. Przypatrzcie się jego kryształom, podobnym do igieł bezbarwnych. Jeśli wezmę 10 łutów tej soli i zmieszam z takąż ilością wody, to temperatura spadnie do 15° niżej zera.

Adaś. Aż strach pomyśleć! Tak jak najcięższy mróz w Warszawie.

Ciocia. Oto macie 10 łutów tej soli, — odważycie sobie w szklance tyleż wody i rozpuścicie w niej ową saletrę. Pod opieką Adasia zostawię mały termometrzyk. Zmierzycie temperaturę wody przed wsypaniem azotanu i po jego wsypaniu.

Adaś. Ależ to cudowna rzecz! Można na zawołanie mieć mróz. Czy czasem, proszę cioci, używali tego sposobu do zamrażania gazów? Wstawię w taką mieszaninę rurkę zamkniętą z gazem, to gaz zamarznie.

Ciocia. Daleko silniejszego zimna na to potrzeba, mój Adasiu. Takich *mieszanin oziębiających* (tak bowiem je zowiemy) używamy w pracowniach, gdy potrzeba nam ciała ciekłe oziębić lub nawet zamrozić. Gospodynie używają do robienia lodów mieszaniny oziębiającej, złożonej z soli i śniegu. Zwykła bowiem sól kuchenna, pomieszana ze śniegiem lub tłuczonym lodem, wywołuje opadnięcie temperatury do—17°.

Staś. Oho! O sól, ani o śnieg nie trudno! Wiesz, Ewuniu, co? Będziemy sobie robili zimno.

Ewunia. I lody! Pysznie! Doskonale!

Adaś. Zajęcie w sam raz dla was. Ewunia popisze się jako dobra gospodyni i poda nam pyszne lody! Ciekawa jednak rzecz, dlaczego robi się takie wielkie zimno? Musi być jakaś przyczyna tego ciekawego zjawiska.

Staś. Zimno to, jak każde zimno, bierze się niewiadomo skąd i tyle!

Ciocia. Zimno ma także swoje przyczyny. W tym razie powstaje ono skutkiem rozpuszczania się soli. Każda sól potrzebuje pewnej ilości ciepła, aby się mogła rozpłynąć w wodzie. Jeśli nie ogrzewamy wody, jeśli nie dostarczamy potrzebnego jej ciepła, to sól wyciąga ciepło z wody, aby się w niej rozpuścić. Gdy zabierze ciepło wodzie, to roztwór się naturalnie oziębi. Wszystkie sole zachowują się w ten sposób, niektóre zaś bardziej od innych pochłaniają ciepło, i przez to mieszanina silniej się oziębia. Oto i sekret cały.

Mówiąc to, ciocia wstała, gdyż późno już było. Dzieci obiecywały sobie wiele doznać przyjemności z doświadczeń, któremi miały się zająć w tygodniu.

WIECZÓR CZTERNASTY.

Działanie światła na sole. Fotografia. Działanie elektryczności na sole. Galwanoplastyka. Działanie metali na sole. Odczynniki i osady.

W tydzień potem, dzieci pokazywały cioci kryształy swojej roboty. Ewunia dumną była, gdyż koszyczek udał się jej przepysznie. Był to niewielki koszyczek zgrabniutki i cały obsypany kryształami, jakby z nich był zrobiony. Staś znów i Adaś pysznili się piękną grupą kryształów, różnych kształtów i barw.

— „Wszystko udało się nam doskonale —wołał Staś — jedynie z hodowaniem wielkiego kryształu idzie nam niesporo. Nie chce rosnąć i nie chce, i nie wiem, co tu z nim robić. Nawet się zmniejsza.“

Ciocia. Przedewszystkiem powiem ci, mój Stasiu, że kryształy nie rosną tak prędko, jak grzyby po deszczu. Potrzeba na to czasu. Po-

wtóre kryształ musi być hodowany w roztworze bardzo tęgim.

Adaś. A myśmy o tem właśnie zapomnieli.

Ciocia. Dlatego też kryształ wasz, zamiast rosnąć, zmniejszał się. Trzeba koniecznie roztwór nasycić, jeśli z niego ma osadzać się warstwa na hodowanym krysztale. Bardzo jestem, pomimo to, zadowolona, gdyż doskonale się wam udały tamte kryształy.

Staś. Już to, proszę cioci, ciągle koło nich chodziłem. Co chwila biegłem spojrzeć, co się dzieje w roztworze. Zrana biegłem w koszuli, aby zajrzeć zaraz po wstaniu do moich kryształów.

Ewunia. Mnie śnił się nawet mój koszyczek.

Staś. Ogrzewałem także, proszę cioci, szafirowy krysz'ał koperwasu. Rzuciłem go po prostu na blachę w kuchni. Zbielał mi zupełnie.

Adaś. Zrobiłem to samo, tylko że grzałem w małem pudełeczku metalowem, na maszynce naftowej. Gdy zbielał, skropiłem koperwas wodą. Stało się tak, jak mówiła ciocia: koperwas wnet zbłękitniał. Muszę jednak o jedno zapytać cioci. Podczas grzania koperwasu zauważyłem, że parę razy buchnął ogień zielony. Nawet się trochę przestraszyłem. Co się to ma znaczyć?

Ciocia. Ano, sole miedzi barwią płomień na zielono. Ogień musiał musnąć kryształ ko-

perwasu, odrobina jego par musiała się dostać do płomienia i zabarwiła go.

Staś. Coś mi się zdaje, że ciocia przygotowuje nam znów jakąś niespodziankę, gdyż widziałem dzisiaj u cioci jakąś flaszeczkę dziwną, bo ciemną, z bronzowego szkła. Pewny jestem, że kryje się w tem coś bardzo zajmującego.

Ciocia. Oto jest owa tajemnicza buteleczka. Jak widzicie, Staś dobrze spostrzegł, że jest z ciemno-bronzowego szkła.

Ewunia. Na co, proszę cioci?

Staś. Może na to, żeby była jakaś rozmaitość.

Ciocia. We flaszce tej są białe kryształki pewnej soli, która jest tak wrażliwa na światło, że gdyby nie ochraniało jej to ciemne szkło, wnetby zczerniała. Wiecie może o tem, że światło słoneczne zmienia barwę niektórych ciał. Jedne ciała płowieją i bieleją na słońcu, inne zaś ciemnieją. Najbardziej jednak ze wszystkich ciał zmieniają się sole, zawierające w sobie srebro, gdyż ciemnieją, czernieją, czyli rozkładają się. Ta sól w ciemnej flaszce jest azotanem srebra, zwanym inaczej kamieniem piekielnym. Gdybym go trzymała w zwykłej flaszce, ze szkła przezroczystego, toby go promienie słoneczne na nic popsuły, przez ciemną zaś flaszkę nie mogą one przeniknąć i na sól nie działają.

Ewunia. Mama ma jakąś ciecz w ciemnej flaszce i znaczy nią bieliznę.

Staś. Ależ prawda! I ja to widziałem. Mama to nazywa atramentem do znaczenia, choć atrament ten wygląda jak woda. Gdy się pisze nim po bieliźnie, to nie znać go wcale, dopiero potem ciemnieje, czernieje tak, że wygląda jakby pisane było prawdziwym atramentem.

Ciocia. Ciecz ta jest właśnie rozpuszczonym azotanem srebra, który doskonale rozpuszcza się wodzie.

Adaś. Skąd jednak straszna nazwa: *kamień piekielny!* Sól biała, śliczna —a nazwę ma tak okropną.

Ciocia. Bo białe te kryształki parzą i czernią skórę. Wystarczy potrzymać w palcach taki biały kryształek, aby palce zczerniały. Zczernienia tego nic nie odmyje, aż wreszcie samo z czasem zejdzie. Pewien angielski uczony, *Davy*, zastanawiał się bardzo nad temi własnościami soli srebra i przemyśliwał, jakby to je spożytkować w jakimś celu praktycznym. Wreszcie wymyślił rzecz taką. Brał roztwór azotanu srebra, zwilżał nim bibułę, kładł na nią potem jakąś rycinę i wystawiał to na słońce. Cóż się robiło? W tych wszystkich miejscach, gdzie rycina była ciemna, promienie słoneczne nie podziałały na bibułę, pod niemi leżącą, tak, że pozostały one jasne. W miejscach zaś jasnych ryciny stało się przeciwnie: promienie słońca przez nie przeniknęły i dostały się do bibuły napojonej solą srebrną i tu dokonały dzieła zniszczenia, gdyż bibuła pod

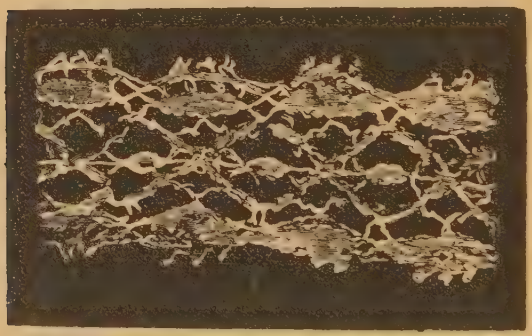
niemi pociemniała, a nawet zczerniała Dość, że gdy *Davy* po kilkogodzinnem działaniu słońca zdjął rycinę i przyjrzał się bibule, to zobaczył, że słońce odrysowało na niej ten sam rysunek,

Rys. 56. Davy.

ale odwrotnie zacieniowany: wszędzie, gdzie były cienie na rycinie, pozostały miejsca jasne na bibule, tam zaś, gdzie były miejsca jasne na rycinie, na bibule zrobił się cień. Obrazek ten był wierny, choć odwrotnie zacieniowany. Słońce nie zapominało o żadnym szczególe.

Staś. Mój Boże, gdyby nam ciocia podarowała trochę tej soli srebrnej, tobyśmy mogli sobie zrobić takie obrazki odwrotnie zacieniowane.

Ciocia. I owszem. Zostawię wam roztwór azotanu srebra, i gdyby nie to, że mamy wieczór, tobym wam sama kilka ładnych figlów pokazała Umoczysz, Ewuniu, np. bibułę, lub papier w soli srebrnej i położysz nań kawałek ko-



Rys 57. Kawałek koronki.

ronki, pióro z ptaka, liść paproci lub inny jakiś przedmiot, wystawisz to na słońce, a po pewnym czasie spostrzeżesz, że na bibule odbił ci się obraz przedmiotu. Obraz będzie jasny na ciemnem tle.

Ewunia. Doskonale! Swietnie! Zrobię sobie cały album takich obrazków.

Ciocia. Niestety, obrazki takie nie są trwa-

łe, gdyż od światła ciemnieją wkrótce całe i tylko w ciemnem miejscu mogłyby być przechowane.

Staś. Jaka szkoda, że niema na to rady! A gdyby tak, proszę cioci, obrazek taki schować w książkę: będzie mu ciemno, gdyż promienie słońca na pewno się tam nie dostaną.

Ciocia. Od czasu do czasu jednak nie mógłbyś wytrzymać i zajrzałbyś do obrazka. Za każdym razem światło popsułoby trochę twój obrazek, tak, że z czasem zciemniałby zupełnie. Ponieważ jednak nietylko was jednych zajmuje robienie obrazków (zwłaszcza, że to słońce je robi, a nie ręka ludzka), więc od dawna już ludzie przemyśliwali nad sposobem utrwalania takich obrazków, to jest uczynienia ich niewrażliwymi na światło.

Staś. I znaleźli taki sposób?

Ciocia. A jakże. Są pewne ciecze, któremi się obmywa taki obrazek. Po obmyciu można go trzymać nawet na słońcu, a w niczem się nie zmieni. Taki obrazek utrwalony z odwrotnemi światłami i cieniami fotografowie zowią *negatywą*, a służy on im do zrobienia wiele zechcą fotografii.

Adaś. Ach! więc fotografie tak się robią? Ale na fotografiach światła i cienie są takie same, jak na przedmiocie.

Ciocia. Mając jedną negatywę, można zrobić wiele się zechce *pozytywów*, czyli fotografii, wiernie oddających przedmiot, tak samo zacie-

niowanych, jak on. Należy postępować w taki sposób: Odpowiedni kawałek papieru trzeba napoić chlorkiem srebra, gdyż sól ta jest jeszcze wrażliwszą na działanie światła od azotanu i zamiast niego bywa używana przez fotografów. Skoro położą nań negatywę i wystawią na słońce, to cóż się robi? Pod ciemnemi miejscami negatywy pozostają jasne miejsca na papierze,— tam zaś, gdzie na negatywie były światła, pozostaną na papierze cienie, bo słońce przez jasne miejsca negatywy przeniknie do leżącego pod nią papieru, który naturalnie pociemnieje. Wynika z tego, że otrzymam znów obrazek, ale w obrazku tym światła i cienie będą odwrotnie zarysowane, niż na negatywie, czyli będą takie same, jak na przedmiocie fotografowanym. Ten właśnie obrazek zowiemy *pozytywą*. Należy go tylko utrwalić przez obmycie i będziemy mieli fotografię, wiernie oddającą przedmiot, którą wystawiać możemy bez obawy na światło.

Staś. Gdybyśmy tylko wiedzieli, co to za ciecz, która utrwala obrazki, tobyśmy sobie cały album fotografii zrobili.

Ciocia. Skoro chcecie, to już wam powiem, jak należy najlepiej wszystko zrobić. Przedewszystkiem trzeba użyć chlorku srebra, bo jest daleko wrażliwszy od azotanu.

Staś. A my mamy właśnie azotan!

Ciocia. Z azotanu łatwo jest zrobić chlorek. Ot patrzcie, jak to się robi.

Ciocia wlała nieco azotanu srebra do szklanki, rozprowadziła go wodą. W łyżce zaś rozpuściła trochę soli kuchennej w wodzie. Gdy sól rozpuściła się ze wszystkiem, wlała ten roztwór do szklanki, w której był azotan srebra. W tej chwili powstał biały osad, gęsty, podobny do twarogu.

Ciocia. Ten biały osad jest właśnie chlorkiem srebra. Bardzo łatwo przekonać się możecie o jego wrażliwości na światło. Postawcie tę szklankę jutro na słońcu, a przekonacie się, że w krótkim czasie osad zciemnieje, a potem zczernieje.

Staś. Już wiem, proszę cioci: papier trzeba maczać w tym osadzie.

Ciocia. Jeszcze lepiej tak postąpić, aby osad sam się utworzył na papierze, bo wtedy pokryje go równiuteńko. Na jednym spodku rozpuśćcie trochę azotanu srebra, na drugim trochę soli. Papier, na którym chcecie mieć obrazek, umoczcie jedną stroną w azotanie srebra, a potem w roztworze soli. Powstanie na nim równa warstewka białego osadu srebrnego. Na papier ten przyłóżcie jakąś rycinę odbitą na cienkim papierze. Niech to będzie sobie jakaś prosta rycina, nie bardzo zagmatwana. Wystawcie to na słońce. Niech sobie poleży dość długo. Tym sposobem będziecie mieli negatywę. We flaszce mam tu trochę rozpuszczonej soli zwanej tiosiarczynem sodu, w której należy dobrze negatywę wymoczyć, aby się utrwaliła. Gdy nega-

tywa się utrwali, możecie za jej pomocą odbić sobie wiele zechcecie pozytywów, czyli fotografii. Weźmiecie znów papier i napoicie go jak poprzednio chlorkiem srebra, położycie nań negatywę i wystawicie na słońce. Będziecie mieli obraz, wiernie odpowiadający przedmiotowi, utrwalicie go i otrzymacie pyszną fotografię. Dodam jeszcze, że fotografowie negatywy zdejmują na szkle, a pozytywy na papierze.

Ewunia. Co za pyszną zabawę będziemy mieli na cały tydzień!

Staś. Już to ja zostanę najpewniej fotografem, bo nic chyba milszego nie znajdę na świecie, jak robienie obrazków.

Ewunia. Szczególnie gdy słońce pracuje za ciebie.

Ciocia. Prócz światła, jest jeszcze jedna siła, która rozkłada sole w szczególniejszy sposób. Tylko że światło działa na niektóre tylko sole, siła zaś, o której mówię, rozkłada je wszystkie bez wyjątku. Siłą tą jest elektryczność.

Adaś. Ta, co rozkłada wodę?

Ciocia. Ta sama. Wynalazek Volty nietylko ważne miał znaczenie dla przekonania świata, że woda złożona jest z dwóch gazów. Za pomocą stosu Volty wykryto skład wielu soli, a nawet odkryto nowe pierwiastki, do owego czasu nieznane. Zaraz zrozumiecie, jak się to stać mogło. Jeżeli zwykłą sól kuchenną przetopimy, a wówczas zanurzymy w nią oba biegu-

guny, idące od stosu Volty, i puścimy prąd, to pod wpływem elektryczności sól się rozłoży, tak jak rozkłada się woda. Z wody wyfruwał wodór i tlen: wodór przy biegunie odjemnym, a tlen przy dodatnim. Z solą zaś kuchenną dziać się będzie tak, że przy biegunie odjemnym gromadzić się będzie metal sod, przy dodatnim zaś niemetal chlor. Za pomocą prądu elektrycznego, przebiegającego przez roztopioną sól, czyli, jak mówią, *elektrolizy* soli kuchennej, poznano, że składa się ona po prostu z sodu i chloru, czyli, że jest chlorkiem sodu, co się dziwnem mogło wydać niejednemu, zważywszy, że chlor jest straszną trucizną, sod zaś łatwo zapalającym się metalem.

Ewunia. Już mię to nie dziwi wcale.

Staś. Ależ naturalnie. Dobrze wiemy o tem, że związki mają inne własności od pierwiastków.

Ciocia. Tak jak sól kuchenną, rozłożono wiele bardzo soli. Prąd elektryczny rozkłada wszystkie sole, jeśli są one roztopione, bądź rozpuszczone, i to w ten sposób, że metal, zawarty w soli, gromadzi się zawsze przy biegunie odjemnym. Jest to nawet bardzo wygodny sposób wyciągania metali z soli. Mam np. jakąś sól srebra i złota, albo żelaza, lub miedzi, rozpuszczoną w wodzie,—zanurzę tylko obadwa bieguny stosu w roztwór, a elektryczność sama będzie pracowała i powoli wybierze wszystko złoto,

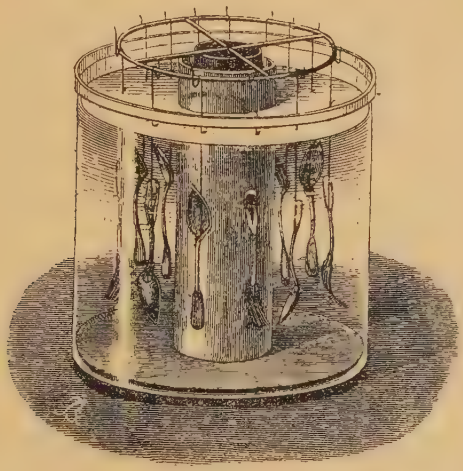
srebro, żelazo lub miedź z roztworu, i poznosi je na biegun odjemny. Dokładności zaś, z jaką pracuje elektryczność, darmobyśmy chcieli sprostać. Wyciągnie ona z cieczy najmniejszą okruszynę metalu i zaniesie na biegun odjemny. Znakomity uczony angielski Davy, o którym wam już dziś wspominałam, posługując się stosem Volty, porozkładał mnóstwo soli, a nawet poodkrywał wiele pierwiastków. Wypróbował najprzód działanie stosu na ciałach dobrze mu znanych, aby zobaczyć, co się z niemi stanie, gdy przepuści przez nie prąd. Przekonawszy się, że metal zbiera się zawsze przy biegunie odjemnym, pomyślał sobie, że dobrzeby było spróbować puścić prąd przez ciała o składzie nieznanym. „Może mi prąd wyciągnie i zgromadzi jakiś nieznany pierwiastek“ — pomyślał sobie. I rzeczywiście tak się stało. Prąd elektryczny sumiennie wywiązał się ze swego zadania, a Davy stał się odkrywcą wielu nowych ciał, a między innemi potasu i sodu.

Adaś. Jakże zajmującą musi być praca z prądem elektrycznym!

Staś. Och! i bardzo łatwa! zanurzyć tylko bieguny to tu, to tam, a elektryczność powyciąga zewsząd różne ciekawe rzeczy.

Ciocia. Wiele trudności przełamać musiano, zanim elektroliza stała się rzeczą łatwą. Co jednak ważne, to, że doświadczenia te zostały następnie zastosowane do bardzo ciekawych

i pożytecznych rzeczy, — mianowicie do złocenia, srebrzenia i wogóle pokrywania powłoką metaliczną różnych przedmiotów. Niedość bowiem, że prąd elektryczny wyciąga metal z roztworu i gromadzi go w jednem miejscu, można jeszcze metalowi temu nadać jakie się chce kształty. Wystarczy zawiesić na biegunie od-



Rys. 58. Srebrzenie łyżek i widelców.

jemnym jakiś przedmiot, metal, posążek, blaszkę, lub co innego, zanurzyć go w roztwór, puścić prąd, a metal, zbierający się przy biegunie odjemnym, osadzać się będzie na przedmiocie i przybierze wiernie jego kształt. Doskonale

nadaje się do takich prób roztwór koperwasu niebieskiego, zawierającego, jak wiecie, miedź. Jeśli więc na biegunie odjemnym zawiesimy medal z wypukłym portretem, to miedź ułoży się na nim tak dokładnie, że wytworzy na nim jednolitą powłokę. Gdybyśmy medal dłużej potrzymali, to urósłby na nim drugi taki sam medal, ale miedziany,— tylko, że portret wyszedłby na nim nie wypukło, lecz wklęsło.

Staś. Ale czy się tylko te dwa medale dadzą od siebie oddzielić?

Ciocia. Gdy chodzi o to, aby naprawdę otrzymać medal miedziany, to medal użyty za wzór smarujemy lekko odrobiną jakiejś tłustości. Wówczas medale doskonale się od siebie oddzielą. Skoro zaś będziemy mieli medal z portretem wklęsłym, wówczas będziemy mogli sobie zrobić wiele zechcemy medalów z portretem wypukłym. Ten pierwszy medal z portretem wklęsłym to jakby negatywa, z której zrobić można wiele zechcemy pozytywów. Wystarczy medal ów zawiesić na biegunie odjemnym zanurzonym w roztwór koperwasu, puścić prąd,— a wtedy miedź, osadzając się na medalu wklęsłym, wypełni go szczelnie i wytworzy się medal miedziany z portretem wypukłym.

Staś. A to dowcipna sztuczka! I pomyśleć sobie, że to się wszystko samo robi, bez najmniejszej pracy.

Ewunia. Tak jak fotografie.

Ciocia. Niemało pracy kosztowało poodkrywanie tych wszystkich sposobów, i choć się wszystko samo robi, wiele przy tem jest zachodu.

Adaś. Proszę cioci, przyszło mi na myśl, że jeśli wszystka miedź zostanie wyciągnięta przez prąd elektryczny z roztworu i osadzona na medalu, to może jej zabraknąć, zanim medal będzie wykończony. Co wtedy robić?

Ciocia. I na to mają sposób. Urządzano się tak, aby nigdy miedzi nie zabrakło. Postępują w ten sposób, że na biegunie dodatnim zawieszają kawałek miedzi; w miarę jak prąd elektryczny wyciąga miedź z roztworu, roztwór będzie rozpuszczał miedź zawieszoną na biegunie dodatnim. Co z jednej strony straci, to z drugiej sobie wynagradza, tak, że miedzi w roztworze nie zabraknie.

Adaś. Bardzo to mądrze i sprytnie obmyślone, ale proszę cioci, dlaczego roztwór rozpuszcza miedź, którąśmy zawiesili niby strawę na biegunie dodatnim, a nie rozpuszcza tej miedzi, która się gromadzi na biegunie odjemnym w postaci medalu? Nie pojmuję, dlaczego ten sam roztwór tu rozpuszcza miedź, a tam jej nie rozpuszcza.

Ciocia. Wiecie już o tem, że koperwas niebieski jest siarczanem miedzi, że jest zatem kwasem siarczanym, w którym miedź zastąpiła wodór. Otóż prąd elektryczny, przebiegając przez

roztwór tej soli, porywa miedź i osadza ją na jednym biegunie. Cóż się dzieje z resztą koperwasu pozbawioną miedzi? Ano, prąd elektryczny porywa ją również i zanosi na drugi biegun. Prąd rozrywa po prostu koperwas na dwie części: jedną, złożoną z samej miedzi, gromadzi u jednego bieguna, drugą, złożoną z siarki i tlenu (siarczan miedzi składa się bowiem z siarki, tlenu i miedzi), zanosi na drugi biegun. Ale siarka i tlen łączą się natychmiast z wodą i tworzą wówczas kwas siarczany, obdarzony znanemi już wam gryzącemi własnościami. Dlatego też, jeśli zawiesimy na biegunie dodatnim kawałek miedzi, choćby dziesiątkę miedzianą, to kwas siarczany, gromadzący się w tem właśnie miejscu, będzie wciąż dziesiątkę tę rozpuszczał po trochu, przez co tworzyć się będzie siarczan miedzi, a zatem ten związek, który poddajemy rozkładowi elektrycznemu. Wiecie bowiem już dobrze o tem, że kwas siarczany z miedzią zamienia się na siarczan miedzi, czyli koperwas niebieski.

Adaś. Ależ to nadzwyczajnie dowcipnie obmyślone, bo w miarę jak się koperwas rozkłada, wciąż się na nowo tworzy i to w tem samem naczyniu. Co mu ubywa z jednej strony, to mu napowrót przybywa z drugiej strony, i wciąż jednakowo jest nasycony.

Ciocia. Tak samo postąpić można z innymi metalami. Gdybyśmy np. mieli roztwór siar-

czanu niklu, zanurzyli weń oba bieguny stosu, u bieguna odjemnego uwiązali blachę cynkową a u dodatniego kawałek niklu, to blacha cynkowa pokryłaby się nam osadem niklowym, gdyż prąd elektryczny wciążby nikiel wyciągał z roztworu, osadzał na biegunie odjemnym, a nikiel uczepiony u bieguna dodatniego wciążby się powolutku rozpuszczał i nasycał roztwór. Gdy blachę cynkową zostawimy na dłuższy czas w tym roztworze, to pokryje się grubą powłoką niklu, tak, że będziemy mieli cały kloc niklowy z blachą cynkową w środku. Moglibyśmy z roztworu niklu urobić medal z portretem lub inny jakiś przedmiot, choćby posążek.

Staś. Już to tego pojąć nie mogę, jak się sam posążek będzie robił w roztworze niklu czy miedzi. Z medalem chyba łatwiejsza sprawa.

Ciocia. Posążek robi się tak samo, jak medal, tylko, że sam nie może służyć za wzór, więc zdejmują z niego formę. Formę robią najczęściej z gutaperki, gdyż gutaperka rozgrzana jest tak miękka jak wosk i może łatwo przyjąć kształt taki, jaki jej nadać chcemy, a ostudzona jest trwałą i kształtu swego nie zmienia. Z posążku jakiegoś zdejmujemy więc formę z gutaperki, poczem formę tę rozkrawujemy na dwie połowy, aby się łatwo dała zdjąć z posążku. Gdy mamy taką formę, to możemy za jej pomocą urobić kilka posążków, gdyż służyć może na kilka razy.

Adaś. Już wiem, proszę cioci: trzeba tę formę zawiesić u bieguna odjemnego, tam, gdzie będzie osadzał się metal.

Ciocia. Nieinaczej. A metal będzie osadzał się w jej wnętrzu i wytworzy posążek. Formę zdejmujemy i używamy ponownie do zrobienia drugiego takiegoż posążku.

Ewunia. Aha! To posążek będzie masywny.

Ciocia. Niekoniecznie. Niema bowiem potrzeby czekać tak długo, aż się forma zupełnie napełni metalem. Można wyjąć posążek, gdy miarkujemy, że w środku formy narosła dość gruba warstwa metalu. Posążek będzie więc w środku próżny. Tym sposobem można odlewać za pomocą elektrolizy bardzo piękne przedmioty, nawet olbrzymie posągi, które się odlewa po kawałku, a następnie wszystkie części razem złącza.

Staś. Tylko, że to strasznie trudny sposób, przynajmniej dla mnie, gdyż nie mam stosu elektrycznego i nie mógłbym puścić prądu. Gdyby był jakiś łatwiejszy sposób, tobym sobie zaraz pokrył miedzią coby się dało.

Ciocia. Rozpuść sobie kawałek koperwasu niebieskiego w wodzie i włóż w roztwór jakiś przedmiot żelazny: klingę od noża, drut od pończochy, nożyczki,—chodzi o to tylko, aby przedmiot był wypolerowany. Nabierze on zaraz czerwonego koloru miedzianego, gdyż miedź oddzieli

się z roztworu i osadzi w postaci warstewki na żelazie.

Staś. Naprawdę, proszę cioci? Tak łatwo miedź wyjdzie z roztworu?

Ewunia. Tylko zanurzyć przedmiot żelazny, a miedź go pokryje!

Ciocia. A jeśli do roztworu azotanu srebra włożycie przedmiot miedziany wypolerowany, to pokryje się warstwą srebra. Posrebrzy się.

Adaś. Bardzo łatwo to sprawdzić, gdyż ciocia ofiarowała nam trochę azotanu srebra. Skorzystamy z niego nietylko do fotografii, ale i do srebrzenia. Nie rozumiem jednak, dlaczego się tak robi? dlaczego tam miedź, tu srebro wychodzi z roztworu i osadza się na przedmiocie.

Ciocia. Dlaczego się tak robi? Jest to po prostu sprawa powinowactwa chemicznego. Mam roztwór siarczanu miedzi i zanurzam weń żelazo. Żelazo ma większe powinowactwo do kwasu siarczanego niż miedź, przeto wypędza miedź ze związku i samo zabiera jej miejsce. Tworzy się więc w roztworze siarczan żelaza, a miedź wyswobodzona osiada na żelazie.

Tak samo ze srebrem. Do roztworu azotanu srebra wkładam blachę miedzianą. Miedź ma większe powinowactwo do kwasu azotowego od srebra, wypędza go przeto, sama się łączy z kwasem azotowym na azotan miedzi, a srebro wyswobodzone ze związku osiada na miedzi.

Staś. Kto go wie, co się tam robi! Nikt chyba sprawdzić nie może tego wszystkiego. Najbardziej mi się podoba, że przedmiot żelazny można pokryć miedzią, a miedziany srebrem. Spróbuję sobie nożyk od scyzoryka najprzód pokryć miedzią a potem posrebrzyć.

Ciocia. Jesteś, Stasiu, niepoprawny! Ciekawą rzeczą jest także, dlaczego się tak robi, a nie inaczej. Mylisz się przytem bardzo, kochanku, jeśli sądzisz, że sprawdzić nie można, co się dzieje w roztworze. Skoro rozpuścisz trochę azotanu srebra, który daje roztwór przejrzysty i bezbarwny, jak woda, i włożysz weń blaszkę miedzianą, to po pewnym czasie spostrzeżesz, że roztwór twój błękitnieje.

Ewunia. A to co znowu?

Ciocia. Bo miedź się w nim rozpuszcza, azotan zaś miedzi, który się tworzy, jest niebieski, podobnie jak znany wam koperwas. Po kolorze roztworu możesz już sobie nawet miarkować, co się w nim dzieje.

Staś. Jeśli tak, to co innego. Ale ciocia nic nie wspominała, aby roztwór błękitniał, więc myślę sobie: czy tam można wiedzieć, co się dzieje w roztworze bezbarwnym, jak woda?

Ciocia. Nawet i w takim razie uczeni umieją sobie poradzić, gdy roztwór jest bezbarwny. Mają oni niezawodne sposoby rozpoznania, jakie metale są w roztworze.

Staś. A w pierwszym razie, proszę cioci,

gdy żelazo zanurzyć w roztwór szafirowy koperwasu, jak tu poznać, że żelazo się rozpuszcza i przechodzi w roztwór?

Ciocia. Gdy długo potrzymamy przedmiot żelazny w roztworze koperwasu niebieskiego, to i tu nastąpić musi zmiana barwy, bo sole żelaza są prawie wszystkie żółte. W miarę więc jak miedź z roztworu osadzać się będzie na przedmiocie żelaznym, roztwór niebieski stawać się będzie bledszy z powodu tego ubytku, potem zrobi się koloru niewyraźnego, ani niebieskiego ani żółtego, z powodu zmieszania obu barw, wreszcie pożółknie, gdy dość się w nim rozpuści żelaza i gdy zagłuszy ono miedź. Powtarzam wam jednak, kochane dzieci, że prócz zmiany barwy, która często nie jest pewną wskazówką, są sposoby niezawodne rozpoznawania soli jedne od drugich.

Staś. Może są jakie ciekawe i ładne sposoby. Moglibyśmy mieć znowu śliczną zabawkę.

Ciocia. Sole rozpoznajemy za pomocą *odczynników*, to jest ciał, które wywołują w nich jakąś wybitną zmianę. Sole srebra poznasz zawsze za pomocą soli kuchennej. Widzieliście przed chwilą, co się tworzy, gdy trochę soli kuchennej wlejemy do przejrzystego roztworu kamienia piekielnego.

Staś. Osad biały i gęsty, jak mleko zsiadłe.

Ewunia. Który czernieje od światła.

Ciocia. Jeśli do rozpuszczonej soli żelaza

wpuszczę kroplę jasno-żółtej cieczy, zwanej żelazocyankiem potasu, to zjawisko będzie jeszcze dziwniejsze.

Mówiąc to, ciocia wpuściła kroplę tej cieczy do soli żelaznej: odrazu powstał gęsty, ciemno-szafirowy osad.

Ciocia. Jest to niezawodny sposób poznawania soli żelaza. Jeśli zaś kroplę tego samego żelazocyanku wpuszczę do koperwasu miedziadzianego, wówczas powstanie osad, ale innego koloru.

Staś. Ja mam siarczan miedzi, proszę cioci, może zechce ciocia spróbować tego lekarstwa.

Ciocia. I owszem. Wpuszczam więc weń parę kropel.

Ewunia. Osad! Osad! Ale ciemno-bronzowy.

Adaś. Widzę, że ciocia czapeczkę już wkłada i rękawiczki, poproszę jednak jeszcze o jedno słówko. Te osady, co to jest? Chyba nowe związki, ale w głowie mi się już nieraz miesza, gdy chcę wszystko sobie doskonale i dokładnie objaśnić, aby jasno mi się przedstawiło jak na dłoni.

Ciocia. Bardzo to ważna zaleta chcieć wszystko gruntownie poznać i zrozumieć. Niemasz chyba nic lichszego nad zadawalanie się powierzchownem liźnięciem przedmiotów naukowych. Wytłomaczę ci więc chętnie, o co prosisz. Gdy zmieszasz azotan srebra i sól kuchen-

ną, czyli chlorek sodu, to pierwiastki, idąc za większym pociągiem wzajemnym, przestawią się tak, że otrzymasz chlorek srebra i azotan sodu. Otóż chlorek srebra nie rozpuszcza się w wodzie, jest ciałem stałem, więc występuje w swojej naturalnej postaci, czyli się osadza. Gdy zmieszam sól żelaza lub miedzi z żelazocyankiem potasu, wówczas pierwiastki przestawią się również i to w taki sposób, że wytworzy się sól nie rozpuszczająca się, która się zatem osadzi. W pierwszym razie osad jest szafirowy; zowią go błękitem pruskim i używają jako farbę szafirową. W drugim zaś razie powstanie sól ciemno-czerwona, tak samo nie rozpuszczająca się i opadająca w postaci osadu. Oba osady oglądaliście przed chwilą. Nie sądźcie, aby istniały te jedne odczynniki. Jest ich tysiące. Niepodobna mi wspomnieć o wszystkich odczynnikach. Istnieją wielkie grube księgi poświęcone samym odczynnikom; przedmiotem tym zajmują się specyaliści obeznani z chemią analityczną czyli rozbiorową, a zatem z tą gałęzią chemii, która bada, co z czego się składa. Dałam wam tu kilka przykładów dość wybitnych, bo naturalnie i między odczynnikami są gorsze i lepsze, chcąc przekonać tem Stasia, że chemicy mają najrozmaitsze sposoby dowiedzenia się, co jest w jakim roztworze, choć ten roztwór do nich nie przemówi, milczy uparcie, nie powie kim jest.

— „Ale, ale, byłabym zapomniała— rzekła

ciocia, wracając się od drzwi, do których zdążyła — mam tu dla was jeszcze niespodziankę."

Staś. Może jakiś nadzwyczajny osad?

Ewunia. Cudownego koloru!

Ciocia. Mam tu niewielką flaszeczkę.

Staś. A we flaszce woda.

Ciocia. Bynajmniej. Jest to sól ołowiu, zwana octanem ołowiu. Do korka przytwierdziłam poskręcane długie druty cynkowe. Flaszkę zakorkuję. Spójrzcie, że cynk jest cały zanurzony w soli ołowianej. Postawcie tę flaszkę na szafie i nie otwierajcie jej—raz dlatego, że ciecze ołowiane są trujące, powtóre dlatego, że coś się tu zrobi, co potrzebuje ciszy i spokoju.

Staś. Ale co się zrobi, proszę cioci, niech nam ciocia powie?

Ciocia. Sami odpowiecie mi na to pytanie w przyszły czwartek. Pamiętajcie więc, nie otwierajcie flaszki.

Staś. Ale można zobaczyć, co się w niej dzieje?

Ciocia. Jak często zechcesz, możesz do niej zajrzeć.

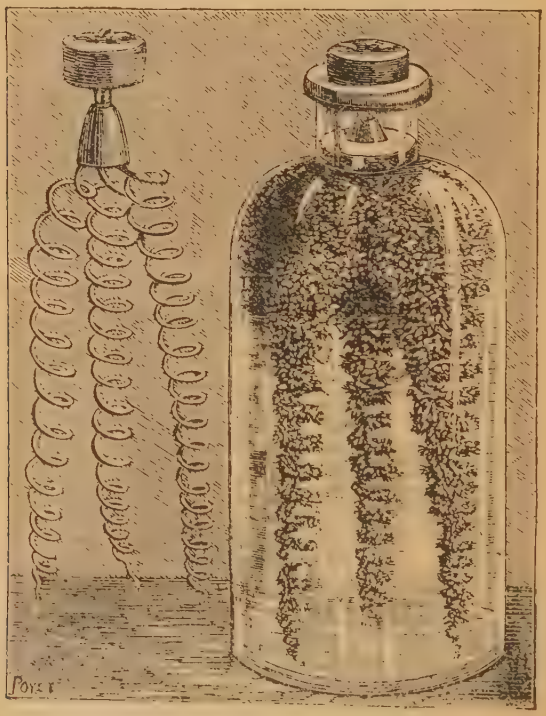
Mówiąc to, ciocia uściskała dzieci i śpiesznie odeszła, nie wyjawiwszy sekretu.

WIECZÓR PIĘTNASTY.

Saletra. Soda. Wapniaki. Rdza.

Dzieci niecierpliwie czekały na ciocię. Staś co chwila podbiegał do okna i wyglądał na ulicę, czy jej nie zobaczy, Ewunia zaś wychylała główkę do przedpokoju, nasłuchując, czy posłyszy jej kroki na wschodach. Jeden Adaś zachowywał się poważnie, chociaż i jemu czas dłużył się w oczekiwaniu. Bo też dużo przygotowano niespodzianek, a Adaś z tajemniczą miną wspominał nawet, że znalazł wytłomaczenie zjawiska, które miało miejsce w butelce z solą ołowianą. Zauważono, że druty cynkowe zanurzone w cieczy ołowianej pokryły się jakimiś drobnymi i błyszczącymi kryształkami, które rozgałęziły się w postać drzewka. Ale skąd się one wzięły? Jeden Adaś bąkał, od czasu do czasu, że wie, co się to ma znaczyć, chociaż istnieje jedna okoliczność, której nie może zrozumieć. Nie miał więc i on zupełnej pewności.

Ewunia i Adaś poukładali na stole fotografie, które pozdejmowali wskazanym przez ciocię sposobem. Była tam fotografia ryciny zrobionej



Rys. 59. Druty cynkowe pokryły się kryształkami ołowiu.

przez Adasia. Adaś ładnie rysował i lubił zajmować się rysowaniem. Na cienkim papierze narysował grubo atramentem domek z dwoma

drzewkami po bokach. Teraz rysunek ten leżał na stole, a obok niego negatywa i pozytywa, wiernie oddające pełną prostoty rycinę, pierwsza z odwrotnym, druga z właściwym układem świateł i cieni. Ewunia zaś zdjęła fotografię z liścia paproci, który zasuszony leżał na stole obok negatywy i pozytywy. Doskonale też wyszła podobizna koronki i frendzli. Staś zaś pokrył ostrze swego scyzoryka miedzią i do połowy następnie posrebrzył. Posrebrzył również blaszkę miedzianą, a miedzią pokrył drut od pończochy. Wszystkie te przedmioty leżały na stole. Na środku zaś ustawiono butelkę z solą ołowianą i tajemniczymi kryształkami na drutach cynkowych.

— „Ciocia! ciocia!“ — zawołał Staś, biegnąc z Ewunią czemprędzej drzwi otworzyć.

— „Cicho, dzieciaki! — zawołał Adaś — jak się będziecie tak zachowywać, to niespodzianki nie będzie.“

Uściskano ciocię z wesołością i serdecznością niezwykłą, ale ani Staś, ani Ewunia (nie mówię już o Adasiu) nie dali poznać po sobie, że tam obok w pokoju tyle ślicznych rzeczy przygotowali dla cioci. To też niemałem było jej zdziwienie, gdy weszła i raptem zobaczyła wszystkie te śliczności.

— „Dobrze, kochane dzieci—zawołała wesoło—a to dopiero niespodzianka! Nie mogliście mi chyba zrobić większej przyjemności nad tę,

która dowodzi, że lubicie moje pogawędki, zaciekawieni jesteście chemią i w niej rozmiłowani."

Staś puścił się w taniec z Ewunią, śmiejąc się i przytupując z wesołości, taki był szczęśliwy z zadowolenia cioci.

Ciocia. Doskonale wyszły fotografie. Domek jest naturalnie robotą Adasia, bo widzę, że sfotografowany według jego rysunku.
Paproć i koronka...

Ewunia. To moja robota.

Ciocia. Równie dobra, jak tamta. A Staś, który miał zostać fotografem, cóż zrobił?

Staś. Ja pomagałem przy fotografowaniu, a następnie zająłem się srebrzeniem i pokrywaniem miedzią.

Ciocia. Ach! Więc to jest twoja robota! Bardzo pięknie wywiązaliście się z zadania. Nad wyraz jestem zadowolona. Powiedzcie mi jednak, co się stało w tej buteleczce z solą ołowianą? Kto wie, niech powie.

Staś Ścięły się w niej jakieś kryształki.

Ewunia. Małe i błyszczące.

Ciocia. Ale czem są owe kryształki?

Adaś. Otóż to właśnie. W tem trudność cała! Niemało nałamałem sobie głowy nad tem pytaniem. Najprzód przyszło mi na myśl, że to może roztwór tej soli był bardzo tęgi i wykrystalizował się.

Ciocia. Przeciwnie, słaby to roztwór.

Adaś. Potem znów pomyślałem sobie, że chyba nie, bo na co służyć-by miał pręt cynkowy? Pręt ten na coś tu jest potrzebny, a wykrystalizowaniu się soli ołowianej wcale chyba nie pomaga. To też doszedłem do przekonania że cynk musi tu dużą rolę odgrywać. To on chyba wywołuje wystąpienie kryształów, bo pocóż zanurzono go w tej cieczy? Jabym myślał, że cynk zanurzony w roztwór soli ołowianej wypędza ołów, a sam zajmuje jego miejsce,—że na blaszce cynkowej lub drucie cynkowym musi osiadać ołów z roztworu, tak jak srebro występuje z roztworu i osiada na miedzi Ale...

Ciocia. Ale co?

Adaś. Ależ to są kryształy! Przecież ołów nie może przyjąć takiego kształtu, bo metale nigdy się nie ścinają w kryształy.

Ciocia. A któż ci mówił coś podobnego? Owszem, dobrze wytłomaczyłeś sobie całe zjawisko z ołowiem, tylko nie wiedziałeś o jednej rzeczy, o tem mianowicie, że metale mogą doskonale przyjmować postać krystaliczną. W tym właśnie przypadku ołów ścina się w kryształki.

Adaś. Skoro metal może się krystalizować, to bardzo łatwo rzecz całą wytłomaczyć. Ale myśmy wcale o tem nie wiedzieli, i dlatego do końca nie byłem pewien, czy to ołów czy nie ołów ułożył się na drucie cynkowym.

Staś. Tajemnica już wyjaśniona i przedstawia się bardzo sobie zwyczajnie.

Ciocia. Jak większość tajemnic. Dopóki czego nie rozumiemy, dopóty jest ono tajemniczem. Skoro zaś zrozumiemy przebieg zjawiska, wówczas złudzenia opadają i rzecz cała przedstawia się prosto i jasno, traci swą zagadkowość, a staje się zwykłą rzeczywistością. Nauka rozwiała tyle tajemnic przyrody, tyle rozświeciła jej tajników, tyle objaśniła zagadek,—a mimo to, wciąż napotykamy zjawiska jeszcze nieobjaśnione, poniekąd tajemnicze.

Nieobjaśnionem przez długi czas było np. tworzenie się saletry, tej samej saletry, którąście tu oglądali, którą wam rozpuszczałam i doprowadzałam do ścięcia się w kryształy. Wiedziano, że saletra wykwita na niektórych gruntach, takich jak stare cmentarzyska, że pokrywa jak szron stare mury, podłogę i ściany obór,—lecz nie wiedziano, czemu przypisać należy to zjawisko. Hodowano saletrę i to wcale nie w piękny sposób, gdyż w dołach, do których wrzucano popiół, kości, gnój, wapno, reszty potraw i t. p. Doły te od czasu do czasu poruszano, aby powietrze miało lepszy dostęp do śmieci, który je wypełniały. Doły owe zwano saletrarniami, gdyż wykwitała w nich saletra. Wiedziano zatem, jak postępować, aby mieć saletrę, ale przez długi czas nie wiedziano, jakim sposobem wytwarza się ona w tych warunkach. Aż wreszcie po długich

poszukiwaniach odkryto, że saletrę robią malutkie istotki, żyjące w ziemi dobrze przewietrzanej. Są one tak małe, że dojrzeć je można tylko przez szkła silnie powiększające. Takie małe istotki zowiemy wogóle drobnoustrojami, te zaś, co robią saletrę, nazwano *drobnoustrojami nitryfikacyjnymi* i przekonano się, że wszędzie, gdzie saletra wykwita, znajdują się one obficie. Nałapano ich, odosobniono je i badano życie tych dziwnych stworzeń. Przekonano się tym sposobem, że one właśnie wyrabiają saletrę.

Ewunia. W kryształach?

Ciocia. Nieinaczej.

Staś. Ależ proszę cioci, jakże być może, aby takie malutkie stworzonka robiły kryształy saletrowe, kiedy nam nie przyszło to wcale łatwo.

Ciocia. Wyście saletrę już istniejącą przemieniali w kształt roztworu lub kryształów, drobnoustroje zaś nitryfikacyjne po prostu ją robią,— robią ją tam, gdzie jej niema.

Staś. Oho, proszę cioci, już ja o tem dobrze wiem, że nie można coś zrobić z niczego.

Ciocia. Nie powiadam, że robią ją z niczego, tylko, że robią ją tam, gdzie ona nie istnieje, a gdzie mogą znajdować się naturalnie jej części składowe, czyli pierwiastki, z których się składa. W saletrze jest azot, tlen i potas albo sod, gdyż saletra jest azotanem potasu lub sodu: są jej bowiem dwa gatunki. Azot obficie

się znajduje w resztkach pokarmów, w gnoju, w ciałach gnijących lub butwiejących, w dołach zwanych saletrarniami i w glebie żyznej. Tlen z powietrza przenika ziemię, jak woda gąbkę— potas zaś i sod znajdują się w związkach w każdym prawie gruncie. Otóż istotki owe wyciągają azot z ciał gnijących, tlen z powietrza, a potas lub sod z gleby, i skoro jest dość ciepło i wilgotno, rozmnażają się i wszędzie po sobie zostawiają saletrę. Nie jest ona wcale dziełem ich rozumu ani zastanowienia, gdyż są one już w ten sposób zbudowane, że muszą wciąż robić saletrę, tak jak my, nie wiedząc o tem, robimy wciąż i wypuszczamy dwutlenek węgla i parę wodną przez oddychanie. Saletra jest więc wynikiem życia niewidzialnych gołem okiem istotek.

Staś. Ale nie mogą jej chyba dużo zrobić, bo cóż znaczy takie maleństwo? Tyle co nic.

Ciocia. Znaczyłoby zapewne niewiele, gdyby było jedno. Ale jest ich nieskończone mnóstwo, a wszystkie pracują jednakowo. Ilość taka to nie byle co, to potęga, z którą liczyć się trzeba. W Ameryce południowej, w prowincyi Chili, istnieją wielkie kopalnie saletry. Jest to olbrzymi pas, niedaleko wybrzeża morskiego, ciągnący się z północy na południe. Kopią tam i kopią saletrę i rozsyłają okrętami na wsze strony świata. Otóż te wielkie obszary saletry, zarówno jak saletra w saletrarniach lub wykwi-

tająca na starych murach i cmentarzyskach, są prawdopodobnie dziełem tych istotek. Nie należy więc lekceważyć to, co małe. Olbrzymie dzieła powstać mogą wspólnemi siłami maluczkich, i często prędzej liczyć można na zgodną ich pracę, niż na wielkie dzieło olbrzyma.

Staś. Proszę cioci, do czego służyć może saletra? Czy tylko do robienia ładnych kryształów?

Ciocia. Kryształki saletry są często bardzo ładne. Są to słupki o sześciu ściankach i o wierzchołkach ściętych, przejrzyste i bezbarwne, jak lód. Nie na zabawkę służy jednak saletra. Wiecie już o tem, że oblana kwasem siarczanym, saletra wypuszcza ze siebie kwas azotowy, który ma różne zastosowania, przeto służy ona do wyrabiania tego kwasu. Używają do tego najczęściej saletry przywożonej z Ameryki i zwanej chilijską. Jest to azotan sodu, czyli saletra sodowa. Z saletry zaś potasowej mamy inny użytek. Przypominam wam, że saletra jest ciałem, bardzo dużo tlenu zawierającem, że należy do ciał najbogatszych w tlen. Z powodu tej obfitości tlenu używają jej do wyrobu kwasu siarczanego w komorach ołowianych, o czem wam tylko przypominam, gdyż obszerniej mówiłam wam już o tem dawniej. Żebyście jednak mogli mieć dobre wyobrażenie o tem, jak saletra jest bogatą w tlen, zrobię wam jedno doświadczenie. Mój Stasiu, ty zapewne masz na składzie trochę saletry?

Staś. A jakże, proszę cioci. Oto jest. Proszę.

Ciocia. I jedną epruwetkę?

Staś. Epruwetkę mam także.

Ciocia. Doskonale! Poproszę jeszcze Ewuni, aby mi przyniosła kawałeczek węgla samowarowego, to jest drzewnego.

Gdy Ewunia wróciła z węglem, ciocia wsypała trochę saletry do epruwetki, zapaliła lampkę spirytusową i grzała saletrę, aż się przetopiła. Wówczas wzięła malutki kawałek węgla, nie większy od ziarna pieprzu, i rzuciła na stopioną saletrę, zaleciwszy wpierw dzieciom, aby się odsunęły i nie nachylały nad stołem. Węgiel, rzucony na stopioną saletrę, zapłonął i palił się, skacząc i tańcząc w epruwetce, aż się zupełnie wypalił. Wówczas ciocia rzuciła drugi taki sam mały kawałeczek węgla, a potem trzeci i czwarty. Z każdym było tak samo: każdy płonął, skakał, tańczył, aż zgasł.

Ciocia. Ładne to i nietrudne do zrozumienia doświadczenie. Węgiel, rzucony na roztopioną saletrę, zapala się z powodu tlenu, który wydobywa się z saletry ogrzewanej i płonie jasnym płomyczkiem. Nic dziwnego, że mieszanina saletry, węgla i siarki jest silnie wybuchająca. Saletra bowiem spala w jednej chwili węgiel i siarkę; węgiel zamienia się naturalnie na dwutlenek węgla, a siarka na dwutlenek siarki. Wydobywa się więc znaczna ilość gazów, a sko-

ro spalamy tę mieszaninę w naczyniu zamkniętem, gazy raptownie wytworzone, nie mając się gdzie podziać, rozsadzają naczynie i wyfruwają na swobodę. Opowiadają, że bardzo już temu dawno, pewien uczony mnich, nazwiskiem *Schwartz*, zmieszał w mocnem naczyniu żelaznem saletrę z węglem i siarką, a naczynie przykrył ciężkim kamieniem. Raptem, wskutek jego nieuwagi, wpadła iskra na mieszaninę, prześliznąwszy się przez wązką szczelinę, która była między brzegiem naczynia a kamieniem. W tejże chwili gwałtowny wybuch wstrząsnął ścianami klasztoru, kamień, przykrywający naczynie, rozprysnął się kawałami po komnacie, a z naczynia pozostały same okruchy. Szczęśliwym trafem mnich Schwartz ocalał. Poczytują go przeto za wynalazcę prochu, gdyż mieszanina saletry, siarki i węgla stanowi właśnie proch.

Staś. Więc to był proch! Ależ nie trudno w takim razie robić proch. I ja to potrafię.

Ciocia. Trzeba jednak wiedzieć, ile wziąć saletry, ile węgla, a ile siarki, aby otrzymać najlepszy rezultat. Zrozumieć teraz łatwo, dlaczego kula leci tak daleko i z taką siłą.

Staś. Myślałem zawsze, proszę cioci, że pociągnąwszy za cyngiel, uderzam w kulę i wyprawiam ją tem uderzeniem daleko. Im silniej pociągnę, tem dalej kula poleci.

Ciocia. Nie jest zupełnie tak, jak myślisz. Pociągasz za cyngiel, kurek spada z siłą, ale nię

na kulę, lecz na piston. W pistonie znajduje się pewna materya tak łatwo palna, że zapala się od uderzenia kurka. Od tego ognia zajmuje się w jednej chwili proch, a gazy, co się wytwarzają, nie mając miejsca, wylatują lufą, porywając i wypychając kulę. Kula zaś, pchnięta potężnem parciem gazów, leci, jak strzała. W każdym naboju jest przeto na dnie piston, nad nim proch, a nad prochem kula. Takie jest objaśnienie naukowe wystrzału.

Staś. A bez saletry nicby nie było, bo ona tlen daje.

Ciocia. Jest inne jeszcze ciało bardzo w tlen bogate, dostarczające nam tlenu. Mówię tu o dobrze wam znanej soli Bertholeta, służącej do płukania gardła. Nazwa chemiczna tej soli jest chloran potasu. Jeżeli saletra składa się z azotu, tlenu i potasu, to sól Bertholeta — z chloru, tlenu i potasu—a tlenu ma w sobie tyleż, co saletra. Tej soli używają do zbierania tlenu, bo ogrzana, wypuszcza ze siebie czysty tlen. Przypominam, że i myśmy w ten sposób zebrali sobie tlen i na tem poprzestanę, bo chciałabym opowiedzieć wam dzisiaj o ważniejszych jeszcze solach.

Pomiędzy solami, dającemi nam doniosłe pożytki, ważne miejsce zajmuje soda, ta sama soda, której używają do prania, szorowania, która wygryza brud, czyni skórę na rękach ślizką, a wodę miękką.

Ewunia. Czy to soda żrąca, proszę cioci?

Ciocia. Nie. Soda żrąca jest wodzianem sodu, soda zaś zwykła—jego węglanem.

Staś. Masz tobie! To w sodzie jest węgiel?

Ciocia. Węgiel, tlen i sod.

Ewunia. Ale dlaczego ma ona być tak ważną, skoro służy tylko do prania brudnej bielizny i szorowania stołków?

Ciocia. Używają jej do robienia mydła i do robienia szkła, a mydło i szkło są nam bardzo potrzebne. Oddawna soda jest znaną i używaną do tych celów, lecz niedawne są czasy, gdy nauczono się sztucznie robić sodę. Przed laty sprowadzano sodę aż z Egiptu (w Afryce), gdyż tam znajdowano sodę w niektórych jeziorach. Soda razem z solą kuchenną wypływała w postaci kożucha na powierzchnię tych wód. Dzisiaj jeszcze jeziora, leżące między pustynią Libijską a Nilem, dostarczają rocznie 10000 ton sody, pomieszanej z solą. Nietylko jednak w Egipcie, gdyż i w innych jeziorach słonych, choćby na Węgrzech, w morzu Kaspijskiem, w Ameryce środkowej, powstają podobne skorupy solne. Przez długi czas nie wiedziano, skąd się soda bierze w tych jeziorach. Kryła się w tem jakaś tajemnica przyrody. Aż przekonano się, że soda jest dziełem roślin, żyjących w tych wodach, czyli wodorostów. A wiecie, dlaczego tak pomyślano? Ano z tego względu, że po spaleniu wodorostów pozostaje popiół bardzo bogaty w sodę. Soda

więc istnieje wewnątrz tych roślin i można ją zebrać, spaliwszy je. Przypuszczamy, że jak drobnoustroje nitryfikacyjne mogą wciąż robić saletrę, tak wodorosty wyrabiają sodę. Aż do początku XIX stulecia popiół z wodorostów, żyjących w morzu i w tych jeziorach, był głównym źródłem sody, a w Hiszpanii hodowano nad brzegiem morskim niektóre gatunki wodorostów bogatych w sodę i sodę otrzymaną z nich rozsyłano do Anglii i Francyi, gdzie używano jej do wyrobu sławnego mydła, z którego słynęło miasto Marsylia (Marseille), leżące w południowej Francyi. Tak jednak sodę rozchwytywano na wszystkie strony, że wkrótce nie wystarczała ilość, którą wywożono z Hiszpanii, Egiptu i innych krajów. W końcu XVIII stulecia przemyśliwano bardzo nad tem, jakby to sztucznie módz zrobić sodę w tani sposób. W 1791 r. francuz *Leblanc* podał do wiadomości, że znalazł sposób robienia sody z produktu bardzo pospolitego i taniego, gdyż z soli kuchennej.

Adaś Ciekawa rzecz, jakim sposobem przemieniał on sól kuchenną w sodę?

Ciocia. Sól kuchenna jest chlorkiem sodu, gdyż zawiera w sobie chlor i sod,—soda zaś jest węglanem sodu i zawiera węgiel, tlen i sod. Obie te sole mają zatem jeden tylko pierwiastek wspólny, mianowicie sod. I to właśnie wyzyskał Leblanc. Sól bowiem kuchenna jest najtańszą solą sodową, a węglan znacznie jest od niej droższy.

W jaki sposób uskutecznić taką zamianę? Jest to sprawa dość złożona, ale skoro jesteście cierpliwi, to posłuchajcie. Sól kuchenną oblewają przedewszystkiem kwasem siarczanym i mocno grzeją w osobnych piecach. Wiecie, że kwas siarczany rozkłada wiele soli, tak też postępuje sobie i z solą kuchenną. Zabiera jej sod i zamienia się na siarczan sodu. Tym sposobem sól kuchenną przemieniamy w sól glauberską. Wodór zaś z kwasu siarczanego łączy się z chlorem soli kuchennej na chlorowodór, będący mocnym kwasem i mającym ważne znaczenie. To też osobno zbierają kwas ten, który jest lotny i przeto łatwo daje się oddzielić od siarczanu sodu, a osobno zbierają sól glauberską. Sól tę używają do dalszej fabrykacyi. Przetapiają ją w osobnych piecach z węglem i wapniakami. Wapniak, czyli węglan wapnia, jest bardzo tanim produktem, bo wszędzie prawie znaleźć go można. Cóż z przetopienia wynika? Ano, rozgrzany węgiel wyciąga tlen z siarczanu, bo chciałby się spalić, a dokoła niema tlenu, tylko w jednym jest siarczanie. Węgiel przeto odtlenia sól glauberską i pali się na dwutlenek węgla. Sól glauberska jest przeto rozłożoną. Cóż się dzieje z jej siarką i jej sodem? Bo zawiera ona siarkę, tlen i sod. Oto siarka, chciwa wapnia, wyciąga metal ten z wapniaku. Wapniak rozkłada się, ustępuje swój wapień siarce (tworzy się z tego siarczak wapnia), a sam łączy się z sodem, który nie ma co

robić. Zamiast węglanu wapnia, czyli wapniaku, mamy zatem węglan sodu, czyli sodę, o którą nam chodziło. Takim więc długim łańcuchem przemian dochodzimy do otrzymania sody. Soda owa nie jest naturalnie czysta, gdyż zmieszana jest najprzód z siarczkiem wapnia, tworzącym się razem z nią, zawiera reszty węgla i t. p. Rozpuszczają ją przeto w wodzie; soda rozpuszcza się doskonale, gdy mieszanina siarczku, węgla i t. p. nie ustępuje wodzie i pozostaje w stanie stałym. Roztwór sody ogrzewają, woda z niego odparowywa, a soda pozostaje na dnie naczynia sucha, ale jeszcze nie zupełnie czysta. Oczyszczają ją przez krystalizowanie, kryształ bowiem jest postacią najczystszą, w jakiej istnieć mogą sole, a to dlatego, że sól, ścinając się w kryształy, nie wciąga w postać kryształu żadnych brudów i naleciałości; domieszki wszelkie pozostają. Rozpuszczają przeto w wodzie skorupę sody, która pozostała w naczyniu; tęgi roztwór odparowywa sobie zwolna, pozostawiając piękne i duże kryształy sodowe, zupełnie już czyste. Takim jest system fabrykowania sody, obmyślony przez francuza Leblanca. Leblanc umarł jednak, zanim fabrykowanie jego metodą stało się znanem w Europie całej, i nie doczekał się uznania. W siedemdziesiąt lat po wynalezieniu jego sposobu (w 1866 r.), belgijczyk *Solvay* zaproponował inny sposób, daleko jeszcze praktyczniejszy. Okazało się bowiem, że

w sposobie Leblanca tkwił jeden główny punkt, o który rozbiła się cała fabrykacya. Leblanc używał wprawdzie soli kuchennej, węgla, wapniaków, samych zatem produktów tanich, ale potrzebował koniecznie kwasu siarczanego. Kwas siarczany stał się przeto takim drogim w przemyśle sodowym, tak znacznie podrożał, że cena sody musiała podnieść się z tego powodu. Otóż Solvay robi sodę z soli kuchennej bez kwasu siarczanego. Jest to naturalnie praktyczniej, a cena sody musi być tańsza. Nic więc dziwnego, że nowy sposób zapanował w całej Europie. Dziś, mało gdzie wyrabiają sodę sposobem Leblanca, a wkrótce zapewne zupełnie fabryk takich nie będzie. Na czem polega sposób Solvaya? W jaki sposób wyrabia on sodę z soli, bez współudziału kwasu siarczanego?

Adaś. Zapewne sposób ten jest równie długi i zagmatwany, jak tamten?

Staś. Sole muszą się ze sobą mieszać, grzać, wspólnie sobie odbierać pierwiastki, kłócić się ze sobą, przejść przez mnóstwo przemian, aż wreszcie z tego bigosu wyniknie soda!

Ciocia. Otóż sposób Solvaya jest prostszy od sposobu Leblanca. Zawsze to, co jest prostsze i tańsze, zwycięża w przemyśle. Solvay sól kuchenną rozpuszczoną w wodzie miesza z solą, zwaną węglanem amonu. Następuje odrazu wymiana między obu solami: sod przyskakuje do węglanu i wypędza z niego metal amon. Two-

rzy się odrazu węglan sodu, czyli soda. Chlor zaś przyskakuje do wyrugowanego amonu i łączy się z nim na chlorek amonowy. Dość, że system Solvaya zakasował sposób Leblanca. W Conillet pod Charleroi, w Belgii, założono pierwszą fabrykę sody nowym sposobem, potem założono takąż fabrykę w Northwich i w Dombasle pod Nancy. Są to obecnie dwie największe fabryki sody na świecie. Wkrótce zaczęto zakładać podobne fabryki i w innych krajach ucywilizowanych Europy.

Adaś. Otóż, proszę cioci, w sposobie Solvaya jest także punkt niepraktyczny,—bo i tu trzeba produktu obcego, tej soli, co się tak dziwnie nazywa. Chyba, że ona jest bardzo tania.

Ciocia. Węglan amonu robi się, przepuszczając strumień dwutlenku węgla przez roztwór wodny amoniaku, co nie jest trudnem. Sól ta, użyta w fabryce, służy, jakem mówiła przed chwilą, do rozłożenia soli kuchennej, przyczem sama się rozkłada,—ale następnie znowu się wytwarza. Wytwarza się specyalnym sposobem z chlorku amonowego, który powstaje obok sody,—działa znów na sól kuchenną, rozkłada ją, sama się rozkłada, a potem napowrót się składa i tak w kółko. Raz użyty węglan amonu w fabrykacyi sody, służy potem nieskończenie. Przeto sposób Solvaya jest bardzo praktyczny, tylko naturalnie, że wymaga odpowiednich urządzeń fabrycznych. Powiadają, że Solvay znaczne za-

prowadził ulepszenia w swych fabrykach, lecz chowa je w tajemnicy,

Adaś. Proszę cioci, wszak soda jest solą, nieprawdaż? Jakim więc sposobem ma ona smak ługowy? Bo przekonaliśmy się sami papierkiem lakmusowym czerwonym, że niebieści go silnie. Wszak sole, proszę cioci, mają smak słony, czasem gorzki, ale nigdy nie są one kwaśne, ani ługowe.

Ciocia. Mylisz się, mój Adasiu, sądząc w ten sposób. Rzeczywiście, większość soli nie działa na papier lakmusowy. Włóż kawałek czerwonej bibułki lakmusowej lub niebieskiej w roztwór wodny soli kuchennej, saletry, soli glauberskiej, soli Bertholeta i t. p., a barwy swej nie zmieni. Istnieją jednakże niektóre sole z wybitnym smakiem ługowym, inne zaś są nieco kwaśne. Węglany potasu i sodu zaliczamy do ciał alkalicznych, gdyż są tak mocno ługowe, że mało co ustępują wodzianom potasu i sodu. Taką jest soda. Znacie jej smak ługowy, wiecie jak wygryza brud, jak zmydla prędko. Gryzące jej własności pochodzą właśnie z tej jej silnej ługowości. Nieco mniej ługową, czyli alkaliczną, jest sodka oczyszczona, używana jako lekarstwo wewnątrz,—a równie żrącym jest węglan potasu. On to nadaje popiołowi z węgla kamiennego jego ługowe własności. Popiół z drzew i roślin lądowych jest weń bogaty —popiół zaś

z roślin morskich i wogóle z wodorostów zawiera sodę.

Adaś. Bo w morzu jest sól, z której sobie może wodorosty robią sodę?

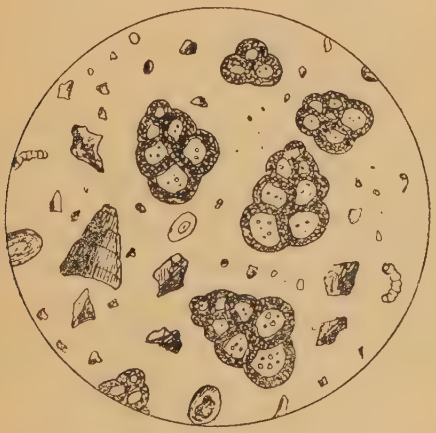
Ciocia. Są więc one jakby żywemi fabrykami sody, tak jak *otwornice* są żywymi składami wapniaków.

Rys. 60. Wyspa koralowa.

Staś. Oho! Coś nowego! Ale co to są otwornice, proszę cioci? Czy także rośliny jakie?

Ciocia. Nie, moje dziecko. Otwornice są to drobniutkie zwierzątka gołem okiem niewidzialne, żyjące w niezliczonej ilości w wodzie morskiej. Są to drobnoustroje, które dojrzeć

można tylko przez szkła powiększające. Wyciągają one rozpuszczone w wodzie morskiej wapniaki i budują sobie z nich malutkie skorupki, pancerzyki, kunsztownie i często misternie wyrzeźbione. Mięczaki, żyjące w muszlach, korale, potrzebują także wapniaków do budowy swych domków, czyli muszli, skorup i t. p. Po śmierci

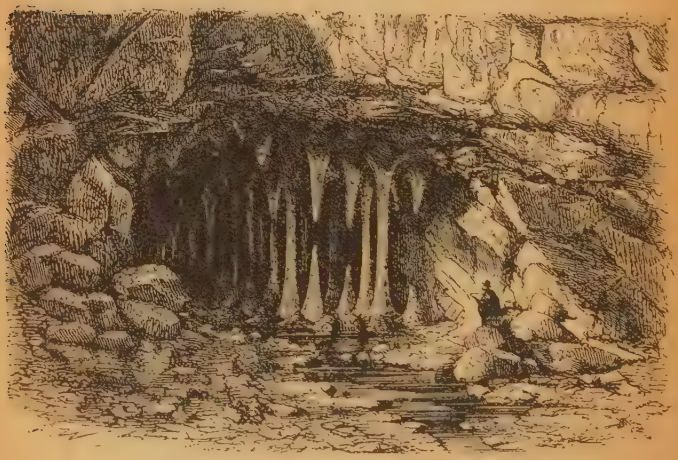


Rys. 61. Kreda, widziana przez szkło powiększające.

tych zwierząt skorupki ich, pancerze, muszle, blaszki, opadają na dno wód i z biegiem czasu wytwarzają się z tych osadów warstwy wapniaku, które rosną, grubieją, aż zamienią się w pokłady, skały, a nawet wyspy, wyłaniające się pięknego poranku z łona wód. Kreda jest dziełem otwornic, i przez szkło powiększają-

ce dojrzeć w niej można liczne skorupki, z których powstała. Wspaniałe skały kredowe, stanowiące ozdobę wyspy Rugii na morzu Bałtyckiem, są dziełem tych malutkich istotek. Stanowią więc one armię niewidzialną a potężną, pracującą w cichości nad wielkiemi budowlami.

Niemniej ciekawemi są inne budowle po-



Rys. 62. Grota stalaktytów.

wstałe z wapniaków, takie jak stalaktyty i stalagmity, któreście widzieli w grotach Ojcowskich.

Ewunia. Te, co się tak pięknie zwieszają, jak sople, ze sklepienia pieczary lub wyrastają z jej dna, jak słupy?

Ciocia. Nieinaczej. W pieczarach takich

panuje wilgoć, ściany jej ociekają wodą. Woda ta zawiera w sobie pochłonięty bezwodnik węglowy, a płynąc po skale wapiennej, rozpuszcza z jego pomocą wapniaki, służące jej za łożysko. Woda taka powoli skapuje ze sklepienia pieczary, a za każdą kroplą zostawia odrobinę wapniaku u sklepienia. Z tych odrobin robią się z czasem całe sople. Spadając zaś na dno, kropla powoli wyparowywa, pozostawiając na dnie pieczary odrobinę węglanu wapnia. Tworzą się z tego z czasem słupki i słupy. Gdy słupek zetknie się z soplem, wówczas zrastają się, wytwarzając filar, który z dumą zda się podtrzymuje sklepienie pieczary. Trzeba naturalnie długich wieków, aby powstały podziemne budowle, zdumiewające swą fantastycznością i pociągające tajemniczym urokiem.

Ewunia. Ładne to, ale straszne! W pieczarach zawsze jest zimno i wilgotno, jak w grobie, a woda wciąż się sączy i powoli skapuje, jak łzy.

Ciocia. Są znów inne odmiany węglanu wapnia, które sprawiają zawsze jak najweselsze wrażenie, np. białe i kolorowe marmury, piękne kryształy przejrzyste spatu; wreszcie są postaci węglanu wapnia, zwane aragonitem, kalcytem, tufem wapiennym i inne, służące jako kamień budowlany i rzeźbiarski. Na każdym niemal kroku spotykamy się z wapniakami, i choć odmian ich jest mnóstwo, to jednak mają one

niektóre wspólne własności i po tem poznać można, że stanowią jedno ciało. Wszystkie naprzykład rozpuszczają się w wodzie, która zawiera w sobie dwutlenek węgla, inaczej nie rozpuszczają się wcale w wodzie. Ponieważ zaś woda styka się zawsze z powietrzem, zawierającem ten gaz, więc zwykle rozpuszcza powolutku wapniaki. Rozpuszczają się one jednak daleko lepiej w kwasach.

Adaś. Ależ tak, pamiętam doskonale jak się okruchy marmurowe znakomicie rozpuszczały w kwasie siarczanym, aż syczały, i wyfruwał z nich dwutlenek węgla, który ciocia zbierała i robiła z nim doświadczenia.

Ciocia. Wspominałam wam wówczas, że to samo byłoby z kredą, a teraz dodam, iż wszelkie gatunki węglanu wapnia zachowują się tak samo. Gdy oblać je jakimś kwasem, nawet lekkim octem, wnet syczą, pienią się, burzą i wypuszczają ze siebie gaz węglowy. Po tem łatwo poznać je można. Gaz ten wypuszczają one również, gdy je mocno ogrzać, a jako reszta pozostaje po nich wapno palone.

Adaś. I o tem również mówiła nam ciocia. Są podobno wielkie jakieś piece, które ładują wapniakami i ogrzewają do znacznego gorąca, tak, że z wapniaków pozostaje samo wapno.

Ciocia. Tak jest. Wspominałam wam również, że rdza wypija gaz węglowy rozpostarty

Rys. 63. Łupanie płyt marmurowych w Kararze, we Włoszech.

w powietrzu i z tego powodu zawiera w sobie węglan żelaza.

Adaś. A myśmy nie wiedzieli wówczas, co to znaczy węglan żelaza. Ja wyobrażałem sobie nawet, że to coś bardzo smolącego. Wiadomo nam obecnie, że to sól, taka sama jak węglan wapnia, węglan sodu, tylko, że zamiast wapnia lub sodu zawiera w sobie żelazo.

Staś. Teraz wiemy już chyba, z czego składa się rdza! Znamy wszystkie ciała, które w niej siedzą. Jak sobie przypomnę, cośmy kilka miesięcy temu myśleli o rdzy, to śmiech mię pusty porywa. Nie wiedzieliśmy, pamiętasz Adasiu, skąd wzięła się ona w podkowie, którąśmy znaleźli i różne robiliśmy przypuszczenia, co prawda, bardzo śmieszne.

Adaś. Ależ nie wiedzieliśmy wówczas jeszcze nic o tlenie, ani o dwutlenku węgla, ani o innych ciałach. Nie wiedzieliśmy jeszcze wówczas, co to jest chemia.

Staś. Teraz przynajmniej pochwalić się możemy, żeśmy zapoznali się z ciekawą tą nauką, w której robi się tyle doświadczeń, prób i figlów.

Ciocia. Ostatni też spędzam z wami wieczór. Wiosna już w pełni, a wieczory stają się coraz krótsze. Na przyszłą zimę, mam nadzieję, że znowu gawędzić z wami będę w długie wieczory. A może znajdę coś jeszcze bardziej zajmującego, coś ciekawszego, niż w tym roku.

Adaś. Mama nas uprzedziła, że ostatni wieczór spędzamy dziś z ciocią na pogawędce. Ogromnieśmy się zmartwili. Czas nam prędko leciał, bośmy wciąż mieli o czem rozmyślać i rozmawiać. Teraz będzie się nam przykrzyło.

Ciocia. I na wsi, dokąd wkrótce wyjedziecie, porozmawiać sobie będziecie mogli o tlenie i jego związkach. Ale na wsi czeka was tyle rozrywek, że zapomnicie może o naszych poważnych rozmowach! Całą uwagę zaprzątną wam rozrywki wiejskie. Skoro jednak wrócicie na pobyt zimowy do Warszawy, oczekiwać na was będzie ciocia z zapasem nowych doświadczeń, nowych i ciekawych historyi.

Staś. Ale chyba już nie o tlenie?

Ciocia. Właśnie o tlenie, moje dziecko.

Adaś. Czyżeśmy nie wyczerpali przedmiotu? Zdawało mi się, że już wiemy wszystko, co można wiedzieć o tlenie.

Ciocia. Znacie w szkicowym zarysie historyę tlenu w przyrodzie martwej. Wiecie, czem jest tlen i jakie wytwarza związki mineralne. Pozostaje nam jeszcze rozpatrzenie, czem jest tlen w przyrodzie żywej, czem jest dla wszelkich istot zwierzęcych i roślinnych, począwszy od drobnego robaczka, od mchu, lub porostu, a skończywszy na człowieku. Liczny i ciekawy jest poczet związków tlenowych w przyrodzie. Nie wyczerpaliśmy więc jeszcze wszystkich wiadomości o tlenie.

Ewunia. Mój Boże! Czemuż to czekać musimy tak długo, aż minie lato, jesień, a zacznie się zima?

Adaś. Jesteś nienasycona, moja Ewuniu. Przecież i na wsi będziemy mogli robić sobie fotografie, kryształy, srebrzyć i rozmawiać o wszystkiem, cośmy zimą słyszeli i za co cioci serdecznie dziękujemy.

Staś. Niema co! Wypoczynek jest potrzebny—a na przyszłą zimę weźmiemy się jeszcze z większą chęcią, niż w tym roku, do pogawędek czwartkowych, bo wiemy teraz, że chemia to nie nudna, lecz bardzo zajmująca nauka.

Ewunia. I wcale nie trudna.

SPIS ROZDZIAŁÓW.

Str.

Wieczór pierwszy. Czem jest powietrze. Ciała i ich skupienia. Otto Guericke. Jan Ray. Lavoisier. Zmiany miedzi, żelaza i rtęci w ogniu. 3

Wieczór drugi. Doświadczenia Lavoisiera. Tlen i azot. Związek i mieszanina. Argon. Utlenianie i palenie 27

Wieczór trzeci. Priestley i Scheele, odkrywcy tlenu. Lavoisier. Ozon. Tlenki metaliczne. . 57

Wieczór czwarty. Tlenki metaliczne. Magnezya. Biel cynkowa. Glejta i minia. Korund i glinka. Sztuczne rubiny. Analiza i synteza. Żelaziak i ruda magnetyczna. Braunstein. Tlenek potasu. Wapno palone. Wodziany . 83

Wieczór piąty. Wodziany i alkalia. Potas i soda żrąca. Wapno. Amoniak. Wodziany miedzi, żelaza, glinu i niklu. Działanie gorąca na wodziany. Działanie amoniaku i kwasów . 107

Wieczór szósty. Wodór. Działanie sodu i żelaza na

Str.

wodę. Cynk i kwas siarczany. Świeca filozoficzna. Balony. Odtlenianie . . . 129

Wieczór siódmy. Woda. Kryształ lodu. Destylacya wody. Cavendish i Lavoisier. Skład wody. Analiza i synteza wody. Volta i rozkład wody przez prąd elektryczny . . . 151

Wieczór ósmy. Bezwodniki. Siarka i jej bezwodnik. Fosfor i jego bezwodnik. Zapałki. Arszenik 181

Wieczór dziewiąty. Bezwodnik węglowy. Węgiel i jego odmiany. Grafit. Dyament. Własności bezwodnika węglowego. Czad. Woda wapienna. Bezwodnik węglowy. Węgiel w przyrodzie żyjącej 205

Wieczór dziesiąty. Palenie. Świeca i jej płomień. Świecenie. Co ulatuje z palącej się świecy. Nic w naturze nie ginie. Płomienie kolorowe 229

Wieczór jedenasty. Krzemionka. Piasek. Krzem. Szkło i jego wyrób. Szkło kolorowe. Rytowanie na szkle. Glina i jej zastosowania. Dzieje grudki gliny. Dzieje ziarnka piasku. Kryształ górski. Krzemień 255

Wieczór dwunasty. Kwasy. Kwas siarczany. Wyrób jego w komorach ołowianych. Wyrób bezwodnika siarkowego. Własności kwasu siarczanego. Odczynnik. Kwas azotowy. Kwas fosforowy. Kwas krzemowy . . 283

Wieczór trzynasty. Sole i ich skład. Wodór w kwasach. Metale w solach. Kryształy. Roztwory. Hodowanie kryształów. Woda krystalizacyi. Mieszaniny oziębiające . . 307

Str.

Wieczór czternasty. Działanie światła na sole. Fotografia. Działanie elektryczności na sole. Działanie metali na sole. Odczynniki i osady 327

Wieczór piętnasty. Saletra. Soda. Wapniaki. Rdza. Zakończenie 351

P. 50. Nowe Wieczory Czwartkowe,
Z. Rudnicka